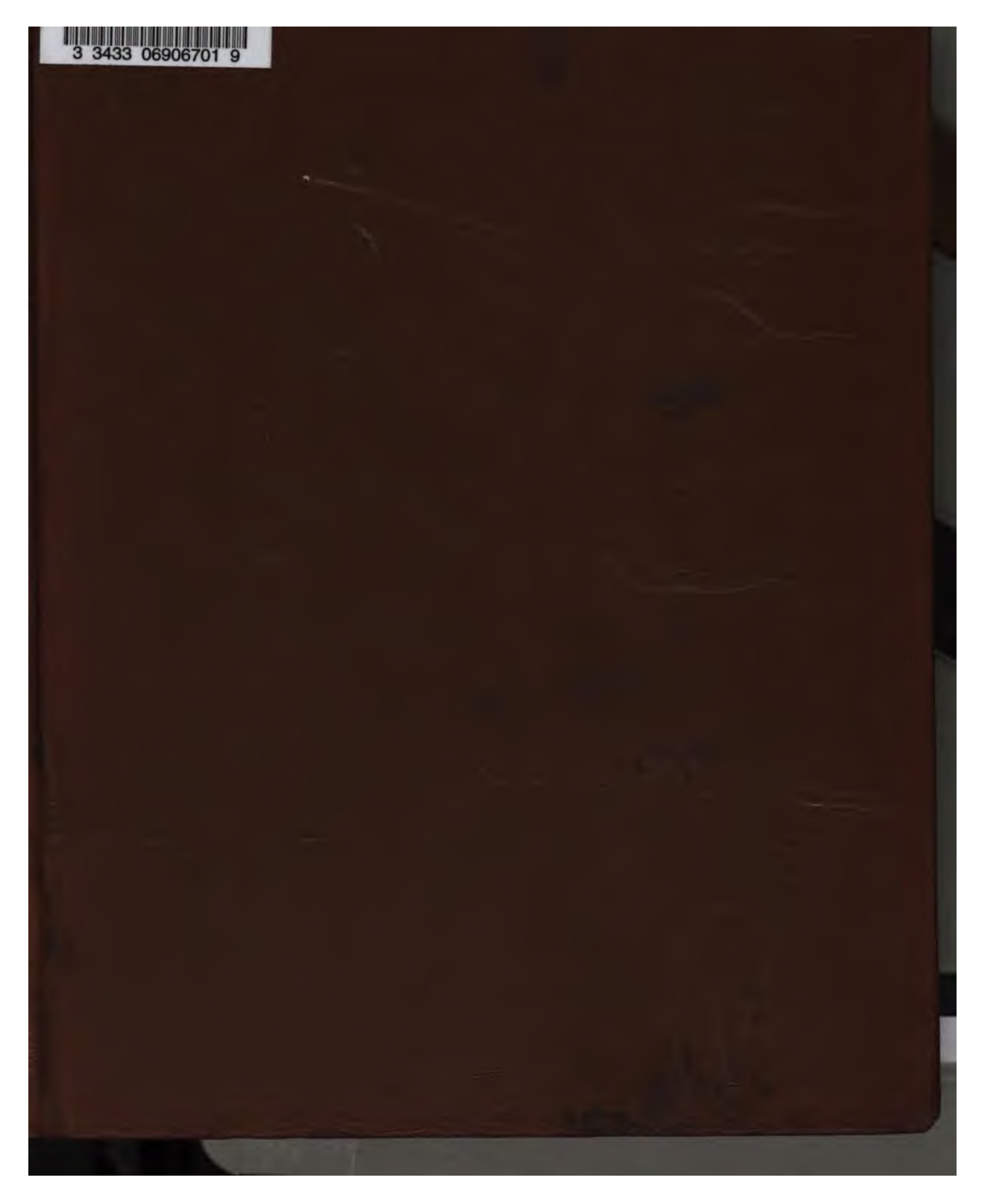
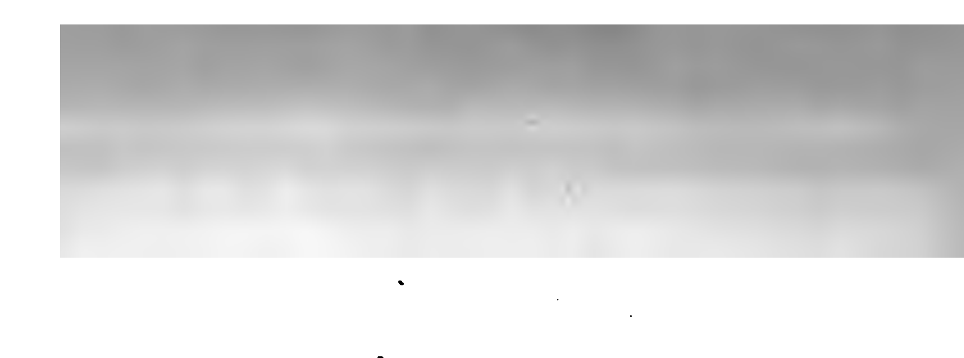










Journal

für

die Baukunst.

In zwanglosen Heften.



Herausgegeben

von

Dr. A. L. Crelle,

Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe a. D., Ritter des rothen Adler Ordens dritter Classe mit der Schleife, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Acht und zwanzigster Band.

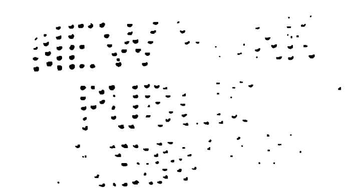
In vier Heften.

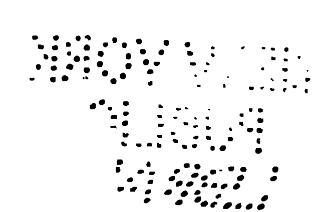
Mit sechs Figurentafeln.

Berlin.

Bei G. Reimer.

1850.





Inhalt des acht und zwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

Zweites Heft.

Drittes Heft.

Viertes Heft.

1.

Einige Bemerkungen aus der alten, mittelalterlichen und neueren Baukunst; zur Auffindung von Verbesserungen.

(Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhardt* zu Cassel in Hessen.)

I. Aus der Bautechnik.

Allgemeines.

Die Bautechnik lehrt, wie die Elementarkräfte der Natur zu benutzen sind, um Gebäude dauerhaft aufzuführen; und da der Menschen Mittel beschränkt sind, so ist diejenige Richtung der Bautechnik, welche die geringsten Mittel zur Erlangung ihrer Zwecke in Anspruch nimmt, die angemessenste, indem geringe Mittel auch nur geringen Zeit-Aufwand und geringe Kosten erfordern.

Aber die Bautechnik ist nicht etwa ein Handwerk, welches mechanisch erlernt und ausgeübt werden könnte: ihre Ausübung nimmt auch einen höheren Sinn des Menschen in Anspruch, der auf dem Wohlgefallen am Ebenmaafse, an der Übereinstimmung der einzelnen Theile zu einem Ganzen und an einer harmonischen Durchbildung des Ganzen zu seinem Zwecke beruht.

Die höchste aller Naturkräfte, der Grund alles Lebens, alles Wachsthums, aller Existenz überhaupt, ohne welche wir uns kein lebendes Geschöpf, keine Pflanze und selbst kein anorganisches Wesen, wenigstens keine Krystallisation oder andere tellurische Bildung vorstellen können, ist die ***Wärme***. Sie ist nicht allein die nothwendige Bedingung aller Existenz, sondern auch die Ursache aller Veränderung.

So wie ohne die Wärme kein Gebäude möglich wäre: so rührt auch die Vergänglichkeit der Bauconstructionen von der Einwirkung dieser Kraft und ihres Wechsels her, indem dieser Wechsel die Stoffe bald ausdehnt, bald sie zusammenzieht und dadurch trennt, ohne sie eigentlich wieder zu vereinigen.

Theorie des Mauerwerks.

Jede Erfindung, die allgemein auf der ganzen Erde bekannt und seit undenklichen Zeiten benutzt wird, scheint einfach und leicht; so z. B. die Erfindung des ***Mauerwerks.***

So wie alle Körper auf der Erde sich bei zunehmender Wärme ausdehnen, bei abnehmender Wärme zusammenziehen: so auch der Erdboden, auf welchem die Gebäude stehen.

Die verschiedenen Körper dehnen sich aber bei gleicher Wärmezunahme verschieden aus: Holz anders als Metall, Metall anders als Stein; und selbst die Holz-Arten, die Metalle und die Steine sind verschieden in ihrer Veränderung durch den Temperaturwechsel.

Dieses Naturgesetz ist ungemein wichtig; auch für die Bautechnik, und findet auf alle Zweige derselben vielfältige Anwendung.

Wenn man ein Gebäude auf einem Grund und Boden aufführte, dessen Stoff von dem des Gebäudes rücksichtlich seiner Ausdehnungsfähigkeit wesentlich verschieden wäre, so würde das Gebäude, da die Ausdehnung durch die Wärme eine unendliche, durch nichts zu gewältigende, oder auch nur zu beschränkende Kraft ist, auf seinem Grund und Boden in einem gewissen, wenn auch nur geringen Maafse hin- und hergleiten; welches Gleiten dann, wenn die Ausdehnungsfähigkeit *sehr* verschieden wäre, dem Gebäude Schaden bringen könnte. Es ist also in dieser Beziehung derjenige Baugrund der beste, welcher dem Material des Gebäudes am meisten ähnlich ist; also für Stein wieder Stein oder Felsen.

Erstes rohes Mauerwerk.

Die einfachste Mauer war wohl ursprünglich eine rohe Zusammenstellung von Steinen, deren Fugen man mit angefeuchteter Erde, oder mit nassem Thon oder Lehm verstrich, oder ausfüllte. Aber die Wärme wirkte verschieden auf die Steine und auf den Thon oder Lehm; das Bindemittel trennte sich also von den Steinen, fiel ab und benahm der Zusammenstellung der Steine die Dichtigkeit und Festigkeit.

Cyklopische Mauern und Anwendung grofser Steinmassen.

Die nächste Verbesserung der Mauer war daher ein dichteres Zusammensetzen der Steine, oder schon eine Art von Verband, ohne die Fugen zu verstreichen, oder auszufüllen; wie man es in den sogenannten cyklopischen Mauern findet. Man erstaunt über die Gröfse der vermauerten Steinmassen

und über ihr genaues, wenn gleich unregelmäfsiges Zusammenpassen, bei welchem man gleichwohl keine Bearbeitung durch Werkzeuge wahrnimmt. Gewifs ist es, dafs die Alten beim Versetzen grofser Steine Vortheile kannten, die wir nicht mehr kennen. Die Mittel, deren sie sich bedienten, müssen im hohen Alterthum sehr einfach gewesen sein, weil sich für jene Zeit nicht diejenigen Kenntnisse der Mathematik und Mechanik annehmen lassen, welche zu den Zeiten des *Archimedes*, 287 Jahre vor Christo, und noch mehr zu Vitruvs Zeiten, etwa 200 Jahre später, unter dem Kaiser *Augustus*, vorausgesetzt werden dürfen.

Vitruv hat viele Baumaschinen, auch solche, die zum Fortschaffen und Versetzen grofser Lasten dienten, im zehnten Buche seiner Baukunst beschrieben. Leider sind die Zeichnungen, ohne welche die Beschreibung der meisten für uns unverständlich ist, verloren gegangen. Sollte man einst eine *vollständige* Abschrift des *Vitruv*, d. h. mit den *Zeichnungen*, finden, was wohl bei den weitern Ausgrabungen in *Pompeji*, oder auch in einer orientalischen Bibliothek möglich wäre, so können wir uns auf wichtige Entdeckungen freuen, da *Vitruv* Wirkungen beschreibt, für welche wir keine Maschinen haben; z. B. das Ausziehen von Bäumen mit der Wurzel; wie denn auch die Alten mit dem Versetzen von colossalen Lasten, die bei uns ein baugeschichtliches Ereignifs sein würden, gleichsam spielten. Man erinnere sich nur z. B. der Obelisken und der ungeheuern Quadermauern in dem *Colosseum* zu *Rom*, wo Steine von 3 Fufs dick, 3 Fufs hoch und 6 Fufs lang vermauert sind, als wären es Backsteine; deren Bearbeitung aber, schon wegen des Wendens und Umlegens, grofse Schwierigkeiten haben mufste; und um so mehr noch ihr Transport und ihr Versetzen mehrere grofse Stockwerke hoch.

Schon im Mittelalter scheinen diese mechanischen Vortheile vergessen und verloren zu sein; denn man findet in diesen Zeiten selten die Benutzung sehr grofser Steine; selbst in den spätern altrömischen Bauwerken finden sich gewöhnlich nur kleinere Steine, die bequemer zu bewegen waren. Eine Ausnahme macht die Kuppel des Grabmals des *Theodorich* zu *Ravenna*, welche, flach gewölbt, 32 Fufs weit im Lichten ist und aus einem einzigen Steine besteht. Auch in den römischen Basiliken finden sich noch Säulen und Gesimsstücke von grofsen Massen, die aber nicht ursprünglich für diese Gebäude bestimmt waren, sondern aus ältern Gebäuden genommen sind. Die Bcasilica *San Lorenzo*, aufserhalb der Mauern von *Rom*, giebt davon ein auffallendes Beispiel.

In der spätern Zeit, nach *Constantin* d. Gr., in der eigentlich byzantinischen Bauart, ist wenigstens das *Bestreben,* keine grofse Massen zu verwenden, vorherrschend. Ich erinnere mich z. B. nicht, einen einzigen, besonders grofsen Stein in oder an der ganzen *Sanct Marcus*-Kirche in *Venedig,* und noch weniger in den byzantinischen Gebäuden in Deutschland gesehen zu haben; und nicht selten ist die Leichtigkeit ihrer Construction belehrend, da die Festigkeit beobachtet und selbst das gute Aussehen nicht vernachlässigt ist. So sind die Säulenschafte in den byzantinischen Gebäuden zwar nie sehr grofs, aber immer aus *einem* Stück; wie z. B. die Säulen in der Kirche *San Vitale* zu *Ravenna,* welche aus prächtigem dunkelgrünem Marmor (sogenannten *verde antico* und *breccia di verde antico*) bestehen und wo eine Zusammensetzung aus Stücken sehr übel aussehen würde.

Aber nicht zu vergessen ist, dafs auch in *Pompeji,* besonders in den dortigen Wohngebäuden, die Anwendung grofser Steine sehr vermieden sich findet, während überall das Bestreben nach Dauerhaftigkeit und Festigkeit hervorleuchtet, welche man auch durch die häufige Verwendung von Stuck zu Gliederungen nicht für vernachlässigt halten darf, da derselbe immer nur so angebracht ist, dafs die Form nicht leicht beschädigt werden kann. So sind z. B. die Säulen im *Forum Mundinarium* (dem Soldatenquartier) zu *Pompeji* aus keilförmigen Backsteinen aufgemauert und mit Stuck überzogen, welcher an dem oberen Theile der Säulen die zartesten Canelirungen bildet, während der untere Theil einfach glatt rund ist. Dagegen hat man sich, wo mit leichtern Quadern- und Steintafeln Vortheile der Festigkeit und Dauer zu erreichen waren, häufig derselben bedient; jedoch immer mit möglichster Massen-Ersparung und ohne weitere Ostentation und unnütze Gliederungen. Die Ladentische (Dombänke) in den Kramladen sind z. B. mit dünnen Tafeln von weifsem Marmor belegt; die Gefäfse, aus welchen das Oel verkauft wurde, sind massiv aus weifsem Marmor ausgehauen und in den Ladentischen vermauert; zu den musivischen Fufsboden konnten auch die kleinsten Marmorfragmente benutzt werden. Auch Incrustirungen der Wände mit dünnen Marmortafeln sind häufig.

Es scheint die Benutzung colossaler Steinmassen eigentlich nur auf Tempel und öffentliche Gebäude oder auf die sogenannte monumentale Architektur beschränkt gewesen zu sein, wo solche denn auch hin gehören; denn wenn man auch Mittel besafs, grofse, schwere Massen mit Leichtigkeit zu handhaben, so waren diese grofsen Massen doch nicht überall zu haben. Man mufste also, wo sie fehlten, durch andere Mittel die Festigkeit zu erlangen suchen,

und dies scheint zunächst dadurch geschehen zu sein, dafs man Steine, die von Natur gewisse regelmäfsige und gleichförmige Gestalten hatten, nach einer gewissen Regel unbehauen zusammensetzte; die ***Bearbeitung*** der Steine erforderte schon Erfindungen späterer Zeiten.

Verwendung von Steinen in den regelmäfsigen Formen, welche ihnen die Natur gegeben hatte.

Als eine solche Verwendung unbehauener Steine, selbst noch im Mittel-Alter, möchte ich einige Constructionen an alten Burgen in der Gegend von ***Cassel*** anführen. Diese Gegend ist reich an Basaltgebirgen, und der Basalt kommt meistentheils in seiner gewöhnlichen krystallinischen Form sechskantiger Säulen vor, welche sich querdurchschlagen lassen, und die auch selbst in solchen, die Höhe der Säule rechtwinklig durchschneidenden Absonderungen brechen, aber nicht leicht in paralellepipedische Formen sich behauen lassen. Man hat solche Säulen in ihrer sechskantigen Gestalt so zu Mauern zusammengesetzt, dafs die Ansicht derselben ein Netz von Sechsecken darstellt, und zwar so, dafs eine Seite des Sechsecks die Unterlage, die gegenüberstehende Seite das Oberlager, die übrigen vier Seiten die Stofsfugen bilden. Auf diese Weise sind hohe und feste Mauern, die nun schon manches Jahrhundert dauern, errichtet worden; z. B. an der Burg ***Felsberg***, unweit der Stadt gleiches Namens. Häufig sind auch in jener Zeit unbestimmteckige Basaltstücke zu Mauern genommen worden; wie z. B., in etwas gröfserer Vollkommenheit als gewöhnlich und in ziemlich grofsen Bruchstücken, an der Stadtmauer von ***Fritzlar***, und ebenfalls unbehauen. Dabei hat man die bei allem unregelmäfsigen Bruchsteinmauerwerk sehr zu empfehlende Vorsicht beobachtet, die Mauern stets in Zwischenräumen von etwa $2\frac{1}{2}$ Fufs Höhe horizontal abzugleichen; zu welcher Ausgleichung Tafeln und andere passende Steinstücke genommen wurden und welche verschiedene Lagen noch jetzt zu erkennen sind. Bei solchen Mauern ist dann das Bindemittel, welches die Räume zwischen den unregelmäfsigen Steinen ausfüllt, schon sehr wesentlich nöthig.

Eine andere Anwendung von Steinen, die von der Natur regelmäfsig geformt sind, ist die der ***Flufsgeschiebe***, wie sie sich in Strömen, die aus Hochgebirgen kommen, häufig von grofser ovaler Form finden und die z. B. in Ober-Italien, kornährenförmig zusammengesetzt, häufig zu Mauerwerk, besonders zu Futtermauern verwendet werden.

In vielen Gegenden, auch in der Gegend von *Cassel,* finden sich häufig grofse Quarzblöcke von ganz unbestimmter, unregelmäfsiger Form, ohne eine Spur krystallinischer Bildung, die aber sehr dicht und fest und deshalb schwer zu bearbeiten sind. Es ist dies das in vielen Gegenden vorkommende Fossil, welches die Mineralogen *Mandelstein* nennen und welches man im gemeinen Leben unter dem Namen Feldsteine begreift. Diese Steine lassen sich sehr leicht und gut benutzen, wenn man sich des in den Hessischen Sandsteinbrüchen üblichen Mittels der Zertheilung grofser Massen bedient. Man haut nemlich in die Oberfläche der Steinblöcke, in der Richtung, wie man sie zerspalten will, Rinnen, in denen man noch einige Keillöcher anbringt, in welche Keile von hartem und trocknem Holze eingetrieben werden; darauf werden die Rinnen mit Wasser gefüllt. Geschieht dies Abends, so quellen die Keile über Nacht und treiben den Stein auseinander, so dafs der Arbeiter am andern Morgen denselben in der angegebenen Richtung zerspalten findet.

Der Mörtel zum Mauerwerke.

Für alles Mauerwerk aus unregelmäfsigen Steinen ist, wie schon gesagt, das Verbindungsmaterial oder der Mörtel eine Hauptsache; es sei denn, dafs das Mauerwerk, wie die cyklopischen Mauern, aus so grofsen Steinen bestände, dafs sie schon durch ihr Gewicht festliegen.

Man ist gewöhnlich der Meinung, dafs die Alten, so wie auch unsere Vorfahren im Mittelalter, das Geheimnifs gekannt hätten, dem Mörtel eine gröfsere Festigkeit zu geben, als man es heut zu Tag vermag. Ich habe mich oft über diese Meinung gewundert; denn der Unterschied zwischen der Festigkeit des heutigen Kalkmörtels und des Mörtels aus älteren Zeiten ist gar nicht gröfser, als er es *deshalb* nothwendig sein mufs, weil der Mörtel mit der Zeit immer fester wird; und dann findet man oft auch an alten Gebäuden schlechten Mörtel, der sichtbar unvollkommen zubereitet wurde. Vor nicht langer Zeit ist mir aber jene gewifs irrige Meinung erklärlicher geworden. Man brachte mir nemlich ein Stück Mauerwerk von einer Burg aus dem sogenannten *Höllenthale* unweit *Allendorf* in Kurhessen, an welchem der Mörtel so fest und dicht war, wie Feuerstein, ein einziger ungemischter Stoff zu sein schien und auf dem Bruche ganz so aussah wie weifser Feuerstein, oder wie weifses Porcellan. Warlich: wenn man einen solchen Mörtel bereiten könnte, würden wir wunderbare Constructionen machen können; und wenn die Verehrer der alten Mörtel-

bereitung etwa Mörtel wie diesen gesehen haben, ist es kein Wunder, dafs sie ihn vortrefflich fanden. Das Stück Mauerwerk nahm meine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch, allein ich überzeugte mich bald, übereinstimmend mit einem geschickten Chemiker, dafs der Mörtel durch *Feuer* in den Zustand der Verglasung gekommen war. Viele alte Burgen sind durch *Feuer* zerstört worden, und wenn sie genug Holzwerk enthielten, um eine hinreichende Hitze zur Schmelzung des Mörtels hervorzubringen, so wird man auch ähnlichen Schmelzmörtel in den Ruinen finden, besonders wenn der Kalk einen wesentlichen Antheil von Thon enthielt. Eine solche Schmelzungsprocedur läfst sich freilich nicht an neuem Mauerwerk ausführen.

Übrigens bestreite ich nicht, dafs der mit *Puzzolane,* einer vulcanischen, in Italien häufig vorkommenden Masse, angemischte Kalk eine sehr feste Verbindung gebe, die manche kühne Construction der Alten möglich machte, welche mit unserem Mörtel, und nicht geschickt nachgeahmt, leicht mifslingen könnte. Sodann ist auch im Süden die Gefahr, dafs der Mörtel, ehe er vollkommen ausgetrocknet ist, durch Frost leide, wodurch seine Bindkraft ganz zerstört werden kann, nicht so grofs, wie in kalten Ländern; und so kann er natürlich in Italien und Griechenland leicht besser gerathen, als in Deutschland.

Guter Mörtel mufs insbesondere drei Eigenschaften haben: er mufs so fest und dicht werden, dafs die damit gefüllten Steinfugen nach einer gewissen Zeit sich nicht mehr zusammendrücken: er mufs beim Zusammentrocknen seine Ausdehnung (volumen) möglichst wenig ändern, und er mufs beim Temperaturwechsel sich in gleichem Maafse ausdehnen und zusammenziehen, wie das Material, welches er verbindet.

Die letztere Eigenschaft ist besonders wichtig. Ich liefs einst auf ein gut ausgeführtes und ausgetrocknetes Mauerwerk einen mit vorzüglicher Sorgfalt aus einer ungewöhnlichen Mischung verfertigten Mörtel-Überzug machen. Derselbe gelang vollkommen und wurde so fest und hart, dafs er, wenn man ein Stück davon auf die Erde fallen liefs, klang, wie Metall oder Glas. Das Gebäude war aber sehr dem Sonnenschein ausgesetzt, und nach Jahr und Tag lösete sich der Überzug, ohne alle Zeichen von Verwitterung, in eisenharten Stücken von den Sandsteinen ab, während er an der Nordseite noch jetzt, nach 32 Jahren, fest ist.

Ein treffliches Bindemittel für Mauerwerk ist der in neuerer Zeit erfundene Cement geworden, und ich werde weiter unten berühren, wie derselbe den Puzzolan-Mörtel in vielen Fällen ersetzen kann.

Merkwürdig ist die in Cassel und Umgegend allgemein übliche Vermauerung von Backsteinen (*gebrannten* Lehmsteinen) in ganz gewöhnlichem *Lehme*, der mit Wasser dünn angerührt wird. Man macht auf diese Weise hohe und dünne Mauern und selbst Kellergewölbe über trocknen Räumen, die im Scheitel nicht stärker als einen halben Stein (5 Zoll) sind, und der Lehm thut vollkommen gute Dienste. Die Maurer hier sind selbst der Meinung, dafs er die Backsteine sicherer verbinde, als Kalkmörtel.

Dafs zu leichten Gewölben nach der Spitzbogenbauart (deren Mauerwerk nicht viel Anderes ist, als eine Ausfüllung zwischen den aus regelmäfsig behauenen Quadern bestehenden Gewölberippen) im Alterthume schnell erhärtender Gypsmörtel genommen worden zu sein scheint, habe ich bei anderer Gelegenheit erwähnt. Cementmörtel, besonders der nicht theure *Casseler* Cement, dürfte dazu noch besser sein, weil er ebenfalls schnell erhärtet und besser der Feuchtigkeit widersteht, als der Gyps; was besonders deshalb wesentlich ist, damit nicht bei einer Beschädigung des Dachs über einem solchen Gewölbe, die nicht sogleich bemerkt wird, alsbald ein wesentliches Gebrechen entstehe. Auch kann es bei einem in Cementmörtel gemauerten Gewölbe nicht bedenklich sein, wenn es unter freiem Himmel aufgeführt wird, und eine Zeitlang unbedeckt bleibt; obgleich allerdings die Aufführung unter Dach besser ist.

Mauerwerk von behauenen Steinen.

Die Anwendung behauener Steine ist offenbar durch den Wunsch einer regelmäfsigeren, also festeren Zusammensetzung hervorgerufen worden und hat schon in sehr alter Zeit Statt gefunden. Die Bautechnik der alten Griechen und Römer steht aber der neueren Zeit in künstlichen Quadernzusammensetzungen nach. Man findet im Alterthum keine andere Bogen, als einfache Kreislinien; keine gedrückte oder überhöhete Gewölbe; nicht jene künstliche Zusammensetzungen von Quadern-Treppen, von überstehenden Gewölbe-Bogen (trompes) u. dergl.; bei aller Einfachheit jedoch manche ungemein practische und lehrreiche Constructionen, welche die neuere Zeit noch nicht erschöpfend benutzt hat. Dann haben es auch die Alten sehr wohl verstanden, Quaderconstructionen da nicht zu sparen, wo durch sie ein wesentlicher Nutzen für die Dauer und Festigkeit erlangt wird; während sie *sehr* sparsam damit umgingen, wo wohlfeileres Mauerwerk dieselben Dienste that.

So nahm man z. B. zu Brücken sehr reichlich Quadern; und besonders

die Brückenpfeiler wurden damit so gut verwahrt, dafs sie durch und durch feste Widerlagen bilden.

Bei der berühmten Ruine der Brücke des *Augustus* unweit *Narni* in *Umbrien,* eine Tagereise nördlich von Rom, sind die Quadern an den Pfeilern und Widerlagen in einen so schönen Verband gebracht, dafs an der einen Widerlage, wo ein Theil der untern Quadern, welche die innere Wandung des Brückengewölbes bildeten, herausgebrochen ist, der noch vorhandene untere Theil des Gewölbes über den sich kreuzenden Quadern der obern Lagen gleichsam schwebt; was schon seit Jahrhunderten so gewesen sein mag. An der unter dem Namen *Pont-du-Gard* sehr bekannten Brücke und Wasserleitung unweit *Nismes* im südlichen Frankreich treten unmittelbar unter den Stellen, bis zu welchen die Bogensteine, ohne Lehrbogen eingesetzt, sich selbst tragen, also unter den sogenannten Brechpuncten der Gewölbelinie, zwei Bogensteine etwas vor, gleichsam als habe man diese Puncte verstärken wollen; aber wohl nicht Dies dürfte die Absicht dieser, übrigens unangenehm in die Augen fallenden Abweichungen von der reinen Bogenlinie gewesen sein, sondern man scheint die Auskragung benutzt zu haben, um auf dieselbe die nur aus Kreis-Abschnitten bestehenden Lehrbogen für die obern Theile der Gewölbe zu stellen, während die untern Theile ohne Lehrbogen gemacht wurden.

Zu den *sparenden* Quaderconstructionen der Alten gehören die *Wandbekleidungen* mit Marmor; von denen sich jedoch nur in *Pompeji* Beträchtlicheres erhalten hat, da die Leichtigkeit des Ablösens dieser Incrustirungen sehr zur Beraubung der Gebäude von diesem Schmucke gereizt haben mag. In Italien finden sich noch viele Gebäude aus dem Mittel-Alter, so wie aus neuerer Zeit, welche mit Marmor auswendig und inwendig bekleidet sind.

Eines der ältesten solcher Gebäude des Mittel-Alters ist die *St. Marcus-Kirche* zu *Venedig,* welche aus- und inwendig mit griechischem Marmor, von weifsem Grunde, mit braunen Flammen, bedeckt ist; jedoch gehört diese Ausschmückung der Kirche nicht ihrer ersten Erbauung im Jahre 828 an, sondern ist erst 1071 begonnen und 1085 vollendet worden. (Man vergleiche einen von mir verfafsten Aufsatz über die St. Marcus-Kirche in der allgemeinen Wiener Bauzeitung, Jahr 1844 Seite 141.) Die Incrustirung besteht aus hohen und schmalen Tafeln, welche also eigentlich, wenn sie durchgehende Quadern vorstellen sollen, Dem zuwider sind. Der Kern der Mauern besteht aus Backsteinen; die Gewölbe sind mit musivischen Gemälden auf musivischem Goldgrunde bedeckt. Dieser Goldgrund ist an einer Seite mit viereckigen Stiften

von schwarzem Glase, von etwa einen Zoll lang und ¼ Zoll dick und breit, befestigt, und über denselben ist wieder eine ganz durchsichtige Glasur über jeden einzelnen Stift gezogen. Das Gold ist kein Schaumgold, sondern hat so viel Körper, dafs seine Dicke sichtbar in die Augen fällt; so dafs wegen der sehr grofsen, mit diesem Goldgrunde bedeckten Fläche, sehr zu zweifeln ist, ob es wirkliches Gold sei; wiewohl es sich vollkommen gut erhalten hat. Ich bedauere, zur Zeit nichts davon zur Hand zu haben, um es chemisch zu untersuchen, und habe schon an anderem Orte die Frage aufgeworfen, ob es nicht vielleicht das berühmte *corinthische Erz* sei; welches zu bekommen die Venetianer im Mittel-Alter die beste Gelegenheit hatten.

Sehr verschieden von der Marmor-Incrustirung der St. Marcuskirche ist diejenige des anstofsenden *Dogenpalastes.* Sie besteht aus röthlichem und gelblichem Marmor, welche in kleinen Quadern so regelmäfsig wechseln, dafs sie rautenförmige Felder bilden; was indessen nicht besonders schön aussieht, da die kleinen Quadern in der Ferne wie grofse Backsteine aussehen.

Man mufs sich überhaupt keine zu grofse Vorstellung von der Schönheit dieser Marmorbekleidungen machen. Im Freien geht die Politur, also auch der Glanz, bald verloren, und mit ihr der Effect. Die *äufsere* Bekleidung der St. Marcuskirche ist weifs, und sieht gut aus; die *innere,* aus demselben Marmor, ist aber so braun angelaufen, dafs man nicht viel von den Flammen des Marmors mehr sieht.

An der Kirche *San Vitale* in *Ravenna* sind Incrustirungen aus sehr schönen und seltenen Marmor-Arten; z. B. von dem prächtigen rothen africanischen Marmor (marmo africano); auch sind in der Kirche, wie oben erwähnt, sehr schöne Säulenschafte aus dem sogenannten *verde antico.*

Unter den *mittelalterlichen,* mit Marmor verzierten Gebäuden ist besonders des Doms zu *Mailand* zu gedenken, der mit weifsem cararischem Marmor ganz bedeckt ist. Dann des Doms zu *Siena,* an welchem horizontale Streifen von abwechselnd weifsem und schwarzem Marmor die Säulen des Kirchenschiffs bilden; was aber mehr grotesk als schön aussieht. Ferner des Doms zu *Florenz* (Santa Maria del fiore), des prächtigen Doms zu *Orvieto;* so wie noch vieler andern Kirchen in Italien aus dem Mittelalter.

Am berühmtesten durch ihre kostbaren Marmorbekleidungen ist die Capelle der *Mediceer* zu *Florenz.* Ich kann aber nicht sagen, dafs sie auf mich einen so blendenden Eindruck gemacht habe, wie ich es nach den darauf verwendeten grofsen Kosten erwartete. Auch mehrere Kirchen in *Mantua* ha-

ben schöne Marmor-Incrustirungen, die, wenn sie auch nicht aus den kostbarsten Marmor-Arten bestehen, doch sehr gut in die Augen fallen, weil sie in Massen sich zeigen. Überhaupt sehen diejenigen Marmor-Incrustirungen am besten aus, welche die einzelnen Architekturtheile als aus einem einzigen massiven Steine bestehend darstellen; was immer recht gut hervorzubringen ist, wenn man die, wegen der zu grofsen Dimensionen nöthigen Zusammensetzungen durch Gliederungen oder Verzierungen geschickt verbirgt.

Bei der Bekleidung von Mauern mit Marmor ist mancherlei technische Vorsicht wesentlich nöthig. Zunächst darf man nicht frisches Mauerwerk, welches sich noch setzt, mit Tafeln bekleiden, die sich *nicht* mehr setzen können; sonst müssen sich dieselben nothwendig entweder ablösen, oder sie werden zerbrochen. Sodann müssen die Lagerfugen der Bekleidung beim Versetzen der Tafeln einen sogenannten *Druck* bekommen: d. h. die Richtung der Lagerfuge gegen das senkrechte Haupt oder die aufrechte vordere Fläche mufs nicht ganz genau rechtwinklig sein, sondern, je nach der Härte des Steins, mehr oder weniger stumpfwinklig, weil sonst durch das Gewicht und die Belastung der Steintafeln die Kanten derselben abspringen. Die Fuge drückt sich deshalb doch dicht zusammen. Ferner mufs man sich bei Dem, womit man die Marmorbekleidung *befestigt,* sehr vor den Stoffen hüten, welche Metall-Oxyde enthalten, weil sie, z. B. eisenschüssiger Sand, Lehm, oder die Metalle selbst, Eisen, Kupfer, Stahl, Messing u. s. w., die häfslichsten Flecken im Marmor verursachen.

Stein-Arten mit schieferigem Bruche sind, besonders wenn sie sogenannte offene Lager haben, vorzüglich *auswendig* an Gebäuden, zu Incrustirungen bedenklich, weil sich die offenen Lager leicht durch Feuchtigkeit und Frost absondern.

Die Schwierigkeit, überall gute Quadersteine und Bruchsteine zu mäfsigen Preisen zu erlangen, hat schon im Alterthume die Erfindung künstlich geformter und bereiteter Steine, nemlich der Lehmsteine und der gebrannten Lehmsteine und Thonsteine, hervorgerufen und dadurch das

Mauerwerk aus künstlich bereiteten Steinen;

so wie dann auch verschiedene Constructionen, deren Dauer hauptsächlich auf der Bindekraft des dazu genommenen Mörtels beruht. Dergleichen sind im römischen Alterthume fast allgemein: bei den geringeren Gebäuden, wie bei den gröfsten Palästen, wo sie mit Marmor bekleidet wurden. Vor Allem ge-

hören hierher die beiden Constructionen, welche *Vitruv structura reticulata* (netzförmiges Mauerwerk) und *structura incerta* (unbestimmt-eckiges Mauerwerk nennt, deren man sich in neueren Zeiten nicht mehr bedient, die aber, wie ich glaube, in vielen Fällen mit Vortheil und Kostengewinn benutzt werden könnten. Allerdings haben wir keine Tufsteine und keine Puzzolane, wie die Römer; aber beide lassen sich auch ersetzen.

Antikes netzförmiges Mauerwerk. (*Opus reticulatum.*)

Die *structura reticulata* oder, wie sie auch heifst, das *opus reticulatum,* besteht aus wechselnden Lagen von Backsteinen und Tufsteinen. Die am meisten vorkommenden altrömischen Backsteine haben ungefähr die Länge und Dicke der unsrigen, sind aber meistens breiter, nemlich so breit als lang, also quadratisch; sie sind unsern gewöhnlichen Rautensteinen ähnlich, nur in allen Dimensionen etwas gröfser. Aus diesen Maafsen erklärt sich der einfache Verband der Backsteine im altrömischen Mauerwerk. Die Backsteinlagen gehen durch die ganze Dicke der Mauer und bestehen gewöhnlich aus drei Lagen, welche zusammen kaum einen Fufs dick sind. Die mit denselben wechselnden Tufsteine sind in der vordern Ansicht rautenförmig, nach Innen aber von den vier Seiten her keilförmig zugeschärft, so dafs sich die Spitzen der von beiden Seiten einander gegenüberstehenden Steine berühren würden, wenn sie nicht mit einander auf die Weise wechselten, dafs den Spitzen die Fugen, sowohl im Grundrisse, als im Aufrisse, gegenüberständen, wie es in Tafel I. Fig. 1. und 2. zu sehen ist; so also, dafs zwischen denselben ein Raum bleibt, der sowohl im Aufrisse, als im Grundrisse, eine sägenförmige Gestalt hat und mit kleinen, mit Mörtel vermischten Steinen (Béton) ausgefüllt ist. Diese Tufsteinlagen sind etwa zehn, auf den Kanten übereck stehende Rautentufsteine, also ungefähr vier Fufs hoch. Die Ecken solcher Mauern sind aus Backsteinen, mit Verzahnungen, oder auch aus kleinen Quadern gemacht.

Antikes unbestimmteckiges Mauerwerk. (*Opus incertum.*)

Die *structura incerta* (das unbestimmt-eckige Mauerwerk) unterscheidet sich von der *reticulata* nur dadurch, dafs die Tufsteine nicht genau rautenförmig, sondern unbestimmt-eckig sind, so dafs ihre Zusammensetzung in der Fronte nicht regelmäfsig netzförmig ist (Fig. 3.). Es findet sich sehr vieles opus incertum und reticulatum in der *Villa Adriana,* an den altrömischen Wasserleitungen, in *Pompeji,* und an vielen andern Orten. Besonders merk-

würdig sind die Constructionen dieser Art in der ***Villa*** des ***Mäcenas*** zu ***Tivoli.*** (Fig. 4.) ist die Abbildung der Arcaden in dem innern Hofe dieses merkwürdigen Gebäudes; so wie ich solche zur Stelle aufgenommen habe. Sie bestehen nur aus Tufsteinen und kleinen Quadern. Auch die horizontalen Wölbungen der Architrave sind aus Tufsteinen, von der Form gewöhnlicher Backsteine; in welcher Form sie oft vorkommen. Nach den Abbildungen zehn verschiedener Bogen, die ich gemacht und vor mir liegen habe, hat sich in keinem die innere Wölbung der Arcaden erhalten; ich erinnere mich auch nicht, eine Spur davon gesehen zu haben, und vermuthe, dafs sie nicht aus Quadernverzahnungen, sondern aus Bogenstücken von Quadern, oder aus keilförmig geschnittenen Tufsteinen bestanden habe. Der Ausdruck ***geschnittene Tufsteine*** ist dahin zu erläutern, dafs der italienische Tufstein, welchen man gar sehr von demjenigen unterscheiden mufs, den der deutsche Mineralog Tufstein nennt, im Bruche oder besser gesagt in der Grube so weich ist, dafs er geschnitten werden kann, während er später an der Luft erhärtet und dann im Wetter dauerhaft ist.

Nachahmung von opus reticulatum und incertum.

Solchen Tufstein haben wir nun freilich in Deutschland nicht, aber ich glaube, dafs er zu ersetzen sei und dafs man in unsern baulichen Verhältnissen grofsen Nutzen aus derselben Constructionsart ziehen könnte. Ich weifs nicht, warum dieselbe, die in den besten Perioden der altrömischen Baukunst, wo nicht die vollkommenste, doch gewifs die vorherrschendste war, auch in Italien aufser Gebrauch gekommen ist. Die Tufsteine dürften bei uns durch gebrannte Lehmsteine von gleicher, oder einer ähnlichen zweckmäfsigen Form und, wo das Brennmaterial sehr theuer und das Mauerwerk durch einen bedeutenden Dachvorsprung gesichert ist, selbst durch ungebrannte Lehmsteine zu ersetzen sein. Ob man die Steine rautenförmig, wie im netzförmigen Mauerwerk, oder, auf die breite Steinfläche gelagert, zu setzen habe, erfordert eine nähere Erwägung.

Man darf nicht etwa glauben, die Alten hätten die netzförmige Construction ihres guten ***Aussehens*** wegen gemacht; denn alles netzförmige Mauerwerk wurde übertüncht oder incrustirt; wie es die vielfältigsten und deutlichsten Spuren zeigen. Dafs aber der Stein, welcher rautenförmig auf der Spitze steht, nicht so fest ruhet, als ein, wie gewöhnlich, plattaufliegender Stein, ist wohl von so guten Constructoren, wie es die Alten waren, niemals bezweifelt worden.

Es mufs also irgend etwas Anderes die Ursache gewesen sein. Es konnten über diese Ursache, wie ich bemerkt habe, auch andere, die alte Architektur studirende Architekten, eben so wenig wie ich, ins Klare kommen. Alles erwogen, möchte ich glauben, dafs die netzförmige Zusammenstellung keilförmig nach Innen zugeschärfter Parallelopipeden nur den Zweck der ***Beschleunigung der Arbeit*** hatte; denn, einestheils macht sich ein solcher Verband, wenn er einmal richtig angefangen ist, fast von selbst; und dann ist die ganze Form der Steine offenbar darauf eingerichtet, dafs das Ausfüllungsmauerwerk leicht dazwischen zu bringen sei und dicht werde. Horizontale Steinlagen mit Zwischenräumen mufsten jede einzeln mit Béton ausgeglichen werden, sonst würden beim spätern Einschütten des Bindemittels leere Stellen unter den horizontalen untern Flächen der Steine bleiben. Bei der netzförmigen Zusammensetzung dagegen konnte man von einer Backsteinschicht bis zur andern die beiden Fronten der Tufsteinschicht aufmauern und erst dann den Béton dazwischen einschütten; ohne jenen Übelstand. Es pafst übrigens die Construction, wie sich von selbst ergiebt, nicht zu ganz dünnen Mauern, sondern nur zu Mauern von wenigstens 20 bis 24 Zoll dick. Auch dürfte das netzförmige Mauerwerk zu Gebäuden von mehreren Stockwerken nicht unbedenklich sein, wenn die Mauern der obern Stockwerke weniger stark sein sollen, als die der untern, weil alsdann die untern Mauern ungleichförmig belastet werden würden. Eben so möchte es nicht ganz geeignet sein, schwere Gewölbe zu tragen. Aber zu einstöckigen Gebäuden, besonders von beträchtlicher Höhe, dürfte diese Bau-Art noch jetzt wesentlichen Nutzen haben können.

Zum Beispiel, wenn eine neue Dorfkirche zu erbauen ist, wird gewifs in neun unter zehn Fällen eine alte baufällige oder zu kleine Kirche abgebrochen werden müssen. Die aus der alten Kirche gewonnenen gröfseren Steine werden zum Fundament der neuen Kirche meistens hinreichen; aber nun wird man noch eine Masse kleinerer Steine oder Steinbrocken und eine Menge Mörtelschutt übrig behalten; welches Alles zum gewöhnlichen Mauerwerk nicht tauglich ist. Müssen diese Überreste weggefahren werden, so erfordern sie viele Fuhren; denn bekanntlich ist der Schutt bei einem Gebäude-Abbruch sehr bedeutend: können sie dagegen benutzt werden, so spart man nicht allein die Fuhren, sondern auch die Transport- und Ankaufskosten der Materialien, welche sie ersetzen. Die Benutzung könnte geschehen, wenn man die Steinbrocken noch so weit zerschlagen liefse, dafs sie zur Ausfüllung, wie bei der römischen Bau-Art, pafsten, und wenn man ferner den Mörtelschutt eben so

weit zerkleinerte, dafs er durchgesiebt oder durch einen sogenannten Durchschlag geworfen werden kann; worauf dann das Durchgesiebte den Sand zu dem neuen Mörtel gäbe, der daraus und aus *frisch gelöschtem* Kalk und wo möglich aus etwas Cement bestände. Fände sich, wie gewöhnlich in den meisten deutschen Gegenden, brauchbarer Lehm in der Nähe, so könnte man aus demselben die verschiedenen Arten Lehmsteine formen und in einem Feld-Ofen brennen; auch in diesem Ofen, wenn Kalksteinbrüche nicht zu weit entfernt sind, den Kalk zugleich mit. So würde man Mauern errichten können, welche, wie es die Erfahrung gelehrt hat, Jahrtausende dauern, und die dann wohl die wohlfeilsten sind, welche sich herstellen lassen.

Das *opus incertum* oder unbestimmt-eckige Mauerwerk würde in Gegenden, wo viele Flufsgeschiebe gröfserer Art zu finden sind, anwendbar sein; besonders zu stärkeren Mauern, z. B. Futtermauern; wo man dann, statt der Backsteinlagen, besser, Lagen von behauenen Steinen machen wird. In *Niederhessen* giebt es ganze Berge von Basaltgeschieben, die gewöhnlich zu Strafsenpflastern und Chausséen genommen werden, die man aber auch auf diese Weise benutzen könnte. Ohne Wechsel mit regelmäfsigen Lagen giebt Dies freilich, wegen des unvollkommenen Verbandes solcher Steinmassen, kein besonders festes Mauerwerk.

Construction massiver Befriedigungen.

Zu freistehenden Befriedigungen pafst das Gufsmauerwerk nicht; sie müfsten denn sehr hoch und deshalb sehr dick sein.

Die gewöhnlichen Befriedigungen sind entweder sehr vergänglich, oder sehr kostspielig. Zu den ersteren gehören alle Arten von hölzernen Staketen, Bretter- und Fachwerkwänden; zu den andern Mauern und eiserne Staketen; welche letzteren, wenn sie von Gufs-Eisen sind, wieder leicht beschädigt werden können.

Ich erinnere mich einer Befriedigungs-Art, die in dem modernen italienischen Bauwesen sehr häufig vorkommt, wahrscheinlich aber ebenfalls antiken Ursprungs ist, und die wohlfeil, dauerhaft und schön ist. Sie ist in (Fig. 5.), als eine Futtermauer aus Basalten, in ihrer natürlichen Form, und aus Quadern, dargestellt und besteht aus einer Art Hohlziegel von geringer Länge, die, wie es die Figur zeigt, zu einer durchbrochenen Wand zusammengesetzt sind. Man wird gegen diese Befriedigungsmauer vielleicht einwenden, dafs sie leicht zu *übersteigen* sei; aber es ist dies doch nicht ganz so leicht, wie es scheint,

wenn nur der untere Theil, als Futtermauer, glatt ist und die Befriedigung oben eine vorstehende Decke hat. Aufserdem giebt es viele Fälle von Befriedigungen, wo der Schutz gegen das Übersteigen nicht eben in Betracht kommt.

Anwendung des Gufsmauerwerks der Alten.

Um im Allgemeinen zu dem Gufsmauerwerk der Alten zurückzukommen, will ich besonders auf das mannigfache Vorkommen desselben in der *Villa Adriana* bei *Tivoli* Bezug nehmen. Es sind dort Gewölbe aller Art, von geringerer und gröfserer Spannung, aus demselben verfertigt. Indessen sieht man immer, bei allen Constructionen dieser Art, dafs man das Gufsmauerwerk auf kleine Abtheilungen, von regelmäfsigen Constructionen eingefafst, beschränkte, und es so auf das System des *opus reticulatum* zurückzuführen bemüht war. Dieses dürfte auch für alles Gufsmauerwerk eine Hauptregel sein, welche man noch sorgfältiger beobachten sollte, als im römischen Alterthume, wenn man keine Puzzolane hat.

Sehr viel wird dann auch noch die Beschaffenheit des Kalks, die so sehr verschieden ist, zu dem Gelingen solcher Arbeiten beitragen. Von dem gewöhnlichen, langsam erhärtenden Kalke, bis zum Cemente, giebt es eine Menge Abstufungen; nach dem Verhältnisse der Bestandtheile des Kalksteins, der gebrannt wird. Je mehr er sich dem Cemente nähert, desto tauglicher ist er zum Gufsmauerwerk, und man sollte meiner Meinung nach immer nur ganz frisch gelöschten Kalk vermauern.

Plateformen Constructionen.

In allen Zeiten ist die Construction wasserdichter Plateformen unter freiem Himmel eine Bestrebung der Architekten gewesen, die sie aber noch niemals vollkommen erreicht haben. Ich habe schon an andern Orten erwähnt, dafs man nicht glauben darf, man verstehe dergleichen in Italien vollkommen gut auszuführen, weil die Plateformen dort häufiger als in Deutschland sind. Die italienischen Plateformen sind eben so wenig völlig wasserdicht, als die unsrigen, und bedürfen eben so sehr beständiger Ausbesserungen; man macht sich nur dort weniger aus etwas Feuchtigkeit, die gelegentlich durchdringt, weil es viel seltner regnet und dabei wärmer ist, also schneller trocken wird.

Metalldecken auf Plateformen oxydiren in freier Luft, springen und frieren auf. Dabei haben sie noch den besondern Nachtheil, dafs sich an ihrer untern, innern Seite, wenn die äufsere Temperatur der Luft kälter ist, als die

im Hause, beständig Feuchtigkeit niederschlägt, so dafs die hölzernen Unterlagen, die zu ihrer Befestigung nöthig sind, sehr bald faulen.

Alle Arten von *Estrichen*, sie mögen aus Mörtelmischungen, aus Cement, aus Harzen, Asphalt, oder gar aus Zusammensetzungen mit Lehm bestehen, bekommen mit der Zeit Risse, und sind dann keiner gründlichen Ausbesserungen, die sie auf längere Zeit ganz wasserdicht machte, fähig.

Eine vollkommen wasserdicht bleibende Plateform zu machen, halte ich für *unmöglich;* aber ich glaube, dafs man Plateformen mit mäfsigem Gefälle machen könnte, die alle Feuchtigkeit von den unter ihnen befindlichen Gebäuden ableiten, wenn man sie aus einzelnen Abtheilungen eines dauerhaften Stoffs, z. B. aus Tafeln von Gufs-Eisen, so zusammensetzte, dafs die Theile sich nach dem Temperaturwechsel ausdehnen und zusammenziehen können, das durch die Fugen-Öffnungen dringende Wasser aber durch Rinnen, z. B. gufseiserne Röhren, aufgefangen und abgeleitet würde; welche Röhren zugleich die Tafelndecke tragen könnten.

Merkwürdig ist es, dafs das gröfste *moderne* Gebäude in *Rom*, die *Peterskirche*, dieselbe Plateformenconstruction hat, wie das gröfste *antike*, das *Colosseum*. Beide Decken bestehen aus sehr kleinen, sorgfältig zusammengeschliffenen *Backsteinen*, welche auf der hohen Kante stehen und kornährenweis an einander schliefsen. Die Steine sind etwa 6 Zoll lang, 3 Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, so dafs die sichtbare Oberfläche von jedem Steine etwa 9 Quadratzoll beträgt. Indessen wird auch diese Decke durch die Sonne und die Feuchtigkeit verdorben, so dafs auf der Peterskirche von Zeit zu Zeit ganze Stücke davon erneuert werden müssen. Das Motiv dieser Construction ist ohne Zweifel, dafs man von einer so kleinen Fläche von 9 Quadratzoll nur eine sehr geringe Veränderung durch Wärme und Kälte fürchten zu dürfen glaubte, während die Oberfläche eines platt liegenden Backsteins grofser Art an 70 Quadratzoll beträgt, also deren Veränderung beim Temperaturwechsel nachtheiligere Folgen für die Fugen hat.

Mir scheint die eben beschriebene Construction immer noch für Plateformen über *Gewölben* die beste. Zu den Fugen gehört ein feiner und dauerhafter Cement; insofern es nicht etwa noch besser wäre, solche durch einen elastischen Körper, Kaoutschuck oder Gutta-percha, zu vereinigen; falls Dergleichen nicht etwa mit der Zeit vermodert.

Musivische Fufsboden.

Noch mehr auf diesen Grundsatz der geringen Veränderlichkeit kleiner Flächen sind die musivischen *Fufsboden* der Alten berechnet; die auch zu Plateformen benutzt wurden.

Durch eine Kletterpromenade, wie sie die Architekten in Rom oft, nicht ohne einige Gefahr, in und auf den Ruinen machen, gelangte ich in den Bädern des *Caracalla* zu einer kleinen, hochgelegenen Plateform, die seit lange keines Menschen Fufs betreten zu haben schien. Ich fand dort einen musivischen Fufsboden, der durch graue und weifse Steinchen Mäander und Streifen darstellte und gut erhalten zu sein schien; allein bei näherer Betrachtung sahe ich, dafs die Bindekraft des Mörtels, welcher die Steinchen befestigte, durch die Witterung zum Theil zerstört war, so dafs man einzelne Stückchen ohne Mühe ablösen und herausnehmen konnte. Das kleine Fragment, welches ich, indem ich Dieses schreibe, vor mir habe, besteht aus Parallelopipeden eines dunkelgrauen Steines, die einen Casseler Zoll (12 machen 11 rheinische) hoch und einen halben Zoll breit uud dick sind. Sie haften in einer Mörtellage, welche aus Kalk und Puzzolane zu bestehen scheint und einen halben Zoll hoch ist. Die Fugen zwischen den Steinchen sind nicht dicker als ein Kartenblatt, und nicht mit Cement oder irgend einem Mörtel oder Kitt ausgefüllt, sondern leer; es beruhet also die ganze Dichtigkeit auf der untern Mörtellage, deren Bindekraft, wie gesagt, nicht mehr sehr grofs ist; der Kalk zwischen der ziemlich grobkörnigen Puzzolane ist leicht zerreiblich. Mit gutem Cement müfste sich schon etwas Haltbareres machen lassen; so wie es denn auch zweckmäfsig scheint, die kleinen Fugen mit Kaoutschuck, oder Gutta-percha, oder auch nur mit geschmolzenem Harze zu dichten, in welchen man jedes Steinchen eintauchte, ehe man es in die Mörtel- oder Cementlage einsetzt. Befindet sich die Cementlage auf einem Körper, der sich mit ihr gleichartig beim Temperaturwechsel ausdehnt und zusammenzieht, so läfst sich wohl einige Wasserdichtigkeit von dieser Construction erwarten, die aufserdem gegen die Abnutzung durch das Betreten sehr dauerhaft ist und, wenn sie gefällige Muster darstellt, sehr gut aussieht.

Schwer ist zu errathen, auf welche Weise man die einzelnen Steinchen in der oben gedachten Decke in ihre parallelopipedischen Formen gebracht haben mag. Sie sind nicht in streng mathematischem Sinne regelmäfsig; aber doch vierkantig, und sehr wenig in der Gröfse von einander verschieden. Sie in so kleinen Formen zu *meifseln,* scheint unmöglich, da die Masse sehr

dicht, hart und ziemlich rauh ist. *Gesägt* sind sie auch nicht; denn man würde den Sägeschnitt erkennen; auch sind sie nicht ins Grobe *behauen* und dann etwa vierkantig *gerieben,* denn die Seitenflächen sind nicht ganz eben. Wohl sehen sie aus, als wenn sie *geschnitten* wären; aber dies ist wieder wegen der Härte der Masse, so wie sie jetzt ist, nicht wohl möglich; sie müfsten denn im Steinbruche so weich gewesen sein, dafs sie geschnitten werden konnten. Dergleichen so feinkörnige Stein-Arten sind aber nicht bekannt. Und so bin ich geneigt, zu glauben, dafs diese vermeintlichen Steinchen *künstliche* Steinmassen sind, aus einem ursprünglich weichen Teige geschnitten und dann getrocknet. Ganz so sehen auch die Seitenflächen der Parallelopipeden aus. Ich habe auch ein Stück Portland-Cement vor Augen (eine von den bekannten Medaillen, wie sie gewöhnlich bei den Empfehlungen dieses Materials ausgegeben werden), und dieser Stoff ist, nach seinen äufsern Kennzeichen, den musivischen Steinchen so ähnlich, dafs er sich nur durch die etwas dunklere Farbe der letztern unterscheidet.

Die Annahme, dafs die Steinchen aus einer cementartigen Masse, z. B. aus Marmorstaub, feinem Sande und wohl gelöschtem und gesiebtem Kalke, der dem Cemente in seinen Bestandtheilen ähnlich ist, bestehen, würde Vieles erklären; besonders auch das *häufige* Vorkommen dieser musivischen Arbeiten, da das Material dazu so leicht zu bereiten war.

Ein gelehrter mineralogischer Freund, den ich gebeten hatte, die musivischen Steinchen zu untersuchen, erklärt solche für ein dem Basalt ähnliches Lavagebilde von stenglicher Absonderung, und bemerkt, dafs ein ähnliches Gestein auch in dem *Wilhelmshöher* Gebirge bei *Cassel* vorkomme. Dasselbe soll sich in verschiedenen Abstufungen der Farbe, schwarz, grau und weifs finden. Wo sich also Ähnliches findet, kann es benutzt werden; aufserdem wird die Nachahmung durch Cement ebenfalls den Zweck erreichen. Der Basalt ist ein neptunisch-vulcanisches Product der *Natur:* der Cement ein solches der *Kunst;* zu dessen Bereitung ebenfalls Wasser und Feuer wirken mufs.

Allerdings giebt es auch musivische Arbeiten von wirklichen Marmorstiften, aber sie möchten auch selbst im Alterthume luxuriöse Seltenheiten gewesen sein.

Die musivischen Arbeiten aus künstlichen Steinchen verdienen auch in gegenwärtiger Zeit Nachahmung; welche mit unsern Cement-Arten sehr leicht sein würde. Durch Beimischung lassen sich denselben beliebige Farben

geben; nur müfsten es bekanntlich keine Pflanzenfarben sein, weil dergleichen durch die Schärfe des Cements leiden. Minder bekannt ist es vielleicht, dafs auch keine Farbe, die einen *verkohlten* Gegenstand enthält, zu der Mischung genommen werden darf, weil die Kohle die Bindekraft des Cements vernichtet; dahin gehören fast alle schwarzen Farben. Es ist deshalb schwierig, die ganz schwarze Farbe einer Cementmischung herauszubringen. Indessen kann man aus dunkelblau mit dunkelroth, wenn der Cement gelblich ist, ein ziemlich dunkles Schwarz erlangen. Metallkalke sind die besten Farben zu den Beimischungen.

Man wird vielleicht sagen, es sei nicht abzusehen, warum man den Cement erst in Stücke schneiden und dann wieder zusammenkitten solle, da man ihn im Ganzen giefsen und selbst die Muster, die man in andern Farben und Schattirungen machen will, herausstechen und mit denselben wieder ausfüllen könne; wie es bei der sogenannten Gypsmosaik geschieht. Aber man würde dadurch eben nicht viel an der Arbeit sparen und ein minder dauerhaftes Resultat erlangen; denn Cementgüsse im Ganzen sind dem Reifsen und Abschiefern mehr unterworfen, als es musivische Zusammensetzungen sein können. Noch dauerhafter werden diese sein, wenn man die musivischen Stifte von Glas oder Porcellan machen läfst; wo man dann alle Farben haben und die Stifte in einem Cementgufs hinreichend befestigen kann. Ich habe schon oben bemerkt, dafs Glas zu den musivischen Arbeiten in der *St. Marcuskirche* in *Venedig* genommen ist.

Man findet auch Überreste von musivischen Arbeiten in den Spitzbogenwerken des Mittel-Alters; wenn gleich selten. So z. B. eine farbige Mosaik an einer senkrechten Mauerfläche des Thurms der Schlofskirche zu *Prag;* ich habe aber keine genaue Erinnerung, weder von dem Stoffe, aus welchem sie besteht, noch von ihrer Zusammensetzung; ich glaube, dafs es Glas ist, und eine Nachahmung der musivischen Construction der *St. Marcuskirche.*

Hier ist auch noch einer minder künstlichen Fufsbodenmosaik zu gedenken, von welcher man Überreste in dem Chore der Kirche von *Oberwesel* am Rhein sieht. Sie besteht aus kleinen Backsteinen, deren Oberfläche farbig glasirt ist. Die Steine sind quadratisch, $2\frac{1}{2}$ Zoll lang und breit und $\frac{9}{16}$ Zoll dick; sie liegen platt in Sandkalk, und nur die eine, die obere Fläche, ist glasirt. Ein Stein davon, den ich besitze, hat die Farbe des dunkelrothen Porphyrs des Alterthums und ist auch auf gleiche Weise punctirt, so dafs die Glasur als eine Nachahmung desselben zu betrachten ist; so wie überhaupt diese

Backsteinzusammensetzung eine Nachahmung der Marmormosaikfufsboden der alten römischen Basiliken und mehrerer Gebäude des Mittel-Alters, besonders des Fufsbodens der oft genannten *St. Marcuskirche*, zu sein scheint.

Die Mosaiken aus den schönsten und festesten Marmor-, Granit- und Porphyr-Arten des Alterthums sind wohl das Prächtigste, Dauerhafteste und Schönste, was man von Fufsböden sehen kann; aber auch das *Kostbarste:* unsere Zeit möchte zu einer solchen Pracht nicht die Mittel haben; auch passen dergleichen Fufsböden nicht für den Norden; denn sie sind kalt wie Eis. Aber sie lassen sich in farbigen *Holz-Arten* nachahmen, indem man farbige Holzstücke auf kleine Tafeln fournirt und dieselben parkettbodenartig zusammensetzt. Ich habe Solches versucht und sehr befriedigende Resultate erlangt. Natürlich müssen die Böden polirt werden. Es sind dieses freilich kostbare Fufsböden; dagegen ist die Nachahmung mit glasirten Ziegelsteinen sehr wohlfeil, die, wenn die Farben angenehm abwechseln, recht gut aussieht. Die Ziegel sind indessen für Wohnzimmer im Norden wieder zu kühl.

Gewölbe aus Röhren.

Mit Cement sind Gewölbe aus *Röhren* von gebranntem Thon möglich, wie sie sich z. B. in der *Villa Adriana* und auch in der mittelalterlichen Construction der Kuppel von *San Vitale* in *Ravenna* finden.

Zu den ausgedehnten Unternehmungen der Fabrik von *Henschel* und Sohn in *Cassel* gehört eine grofse Ziegelei auf dem *Möncheberge* unweit Cassel. Unter den mannigfaltigen Gegenständen, welche dieselbe aus gebranntem Thone liefert, sind auch gereifelte Röhren zu Gewölben. Sie sind gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ Fufs lang, haben $2\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, und die innere Aushöhlung ist $1\frac{3}{4}$ Zoll weit; die ringförmige Umgebung ohne die vorstehenden Reifen ist $\frac{3}{8}$ Zoll dick; die Reifen, deren 14 am Umkreise sind, treten noch $\frac{1}{8}$ Zoll vor.

Ich habe in meinem von mir erbaueten Hause die Zwischenräume der Stockwerksgebälke nicht auf die hier zu Lande gewöhnliche Weise auswickeln, d. h. mit Stakhölzern, die mit Strohlehm umwickelt werden, ausfüllen, sondern mit Backsteinen $\frac{1}{2}$ Stein hoch auswölben lassen. Bei einem Gebälke jedoch, welches auf ziemlich weite Entfernung ohne Unterzug frei sich tragen mufste, befürchtete ich, dafs die Ausmauerung zu schwer werden würde, und liefs daher die Balkenfelder mit jenen Röhren in Cement auswölben. Dies ist vor zehn Jahren geschehen und hat sich bis jetzt vollkommen gut bewährt. Die

Decke, von welcher ich die Balken und ihre Verriegelung, die bei jeder Art von Auswölbung nöthig ist, habe *vorstehen* lassen, liegt horizontal und dicht, und die Balken sind auf die Höhe der Ausmauerung keilförmig zugehauen, so dafs die Röhren, die mit dem Cement eine Masse bilden, gleichsam einen einzigen Gewölbstein zwischen jedem Balkenfelde ausmachen.

Wasserdichtigkeit der Aquäducte der Alten.

Dieses Cementmauerwerk erinnert mich an eine andere Construction des Alterthums, bei welcher die Natur selbst cementirt hat. Die altrömischen Aquäducte sind nemlich bekanntlich auf eine Reihe steinerner Bogen gesetzt, und der ebenfalls steinerne Wassercanal ist aus Quadern zusammengesetzt, die sorgfältig in Nuthen und Federn stehen und durch Cement oder doch durch einen wasserfesten Mörtel zusammengehalten werden. Die Nuthen und Federn der Steine sind, wie man sie bei *Piranesi* genau abgebildet findet, sehr sorgfältig gemacht; indessen wird durch dieselben der Weg des Wassers, wenn es durch die Fugen dringen will, doch eigentlich nur verlängert, nicht völlig versperrt. Es würden demnach diese Canäle nicht so wasserdicht geblieben sein, wenn nicht die Natur selbst dazu beigetragen hätte, sie zu dichten. Bei einer antiken Wasserleitungsruine in der Nähe von *Tivoli* fand ich, dafs das Wasser rings um an den inneren Canalwänden einen Überzug von Kalksinter angesetzt hatte, der dicht wie Porzellan und dabei mehrere Zoll dick war, durch welchen nun der Canal wie in eine Röhre aus einem Stück verwandelt war. Sollte es wohl so schwierig sein, dieses Werk der Natur künstlich nachzuahmen? Es würde geschehen können, wenn man den Kalksinter, der in gröfserem oder geringerem Grade im Wasser aufgelöset zu sein pflegt, als eine Masse bereiten könnte, die consistent wie Mörtel wäre, um damit Flächen zu überziehen. Es scheint dies nicht unmöglich, und man würde ein treffliches Baumaterial zu vielen Dingen erlangen, insofern es nicht etwa noch die Eigenschaft behielte, teigartig auf einmal aufgetragen, zusammenzutrocknen und rissig zu werden. Eine vollkommene Synthesis des Kalksinter ist freilich nicht sehr wahrscheinlich und im Gegentheil die langsame Allmäligkeit der Procedur des Versinterns die eigentliche Ursache der grofsen Festigkeit des Überzuges. Es folgt daraus die Regel, dafs, um wasserdichte Überzüge aus Cement zu machen, nichts wesentlicher nöthig sei, als sie sehr allmälig, in vielen dünnen Lagen, eine über die andere, aufzutragen; was mit den Regeln *Vitruvs,* für Tünchungen überhaupt, übereinstimmt.

Holzconstructionen des Alterthums.

Wegen der baldigen Vergänglichkeit des Holzes können sich natürlich nicht viele Holzconstructionen aus dem Alterthum erhalten haben; indessen sind deren doch einige übrig, und die Dachconstructionen der alten Basiliken, welche sich erhalten haben, sind sehr merkwürdige Überreste von Zimmerwerken. Sie sind die Quellen des gegenwärtig sehr gebräuchlichen sogenannten Knotensystems in den modernen Dachwerken, und beruhen alle auf dem Hauptprincip, einzelne Stellen der schwebenden Zusammensetzungen so zu verstärken, daſs man die übrigen Theile darauf ruhen lassen kann, und im Ganzen nur wenig starkes Holz nöthig habe.

Man hat diesen Constructionen vorgeworfen, daſs sie Holz verschwenden; was aber ein Irrthum ist, der wohl nur aus der Anschauung unvollkommener Nachahmungen oder unvollständiger Abbildungen entstanden sein kann.

Die gewöhnlichen deutschen Dachverbindungen bestehen aus Dachbindern und Leergebinden. Je zwischen zwei Dachbindern befinden sich drei bis vier Leergebinde, etwa drei Fuſs von Mitte zu Mitte von einander entfernt, so daſs die Dachbinder, mit drei Leergebinden zwischen sich, 12 Fuſs von Mitte zu Mitte von einander abstehen. In den Dachwerken der Basiliken giebt es keine Leergebinde, aber zahlreiche Dachfetten oder Dachrahmen, und auf diesen liegen ganz leichte Sparren; welche letztere bei Schieferdächern erspart werden könnten. Wenn man die Zahl der *laufenden Fuſse* des Gehölzes in den antiken Dachverbänden mit der in den gewöhnlichen deutschen Dächern vergleicht, so wird jene ohne Zweifel diese übersteigen: aber es ist ein groſser Unterschied zwischen einer fünfzölligen Dachfette und einem neunzölligen Dachrahmen; der laufende Fuſs von jener enthält nur $\frac{25}{81}$ des Holzes von diesem, und man muſs also diesen mehr als 3 mal für die erstere rechnen.

Die antiken Dachwerke lassen sich aus *Rondelet's* Baukunst, oder noch besser aus „*Knapp* und *Gutensohn* christlichen Denkmälern der Baukunst" als bekannt voraussetzen. Es haben sie *Moller* und seine Nachfolger, vielfältig bearbeitet und modificirt, zur Anwendung gebracht; besonders sind sie vielfältig bei den modernen Eisenbahnhöfen benutzt worden. Ich halte diese Nachahmungen im Princip für ganz richtig, wenn ich auch nicht mit jeder Modification dieses Systems ganz einverstanden sein kann. Die besten Anwendungen dürften diejenigen sein, welche mit Eisen so combinirt sind, daſs dadurch starkes, theueres und dennoch sehr vergängliches Holz erspart wird.

Holzconstructionen des Mittelalters.

Auch von den Holzconstructionen des Mittel-Alters ist noch Manches vorhanden; sowohl aus der byzantinischen Zeit, als aus den Perioden der Spitzbogenbau-Art.

Die byzantinischen Holzverbände gewähren vieles Lehrreiche und Nachahmungswerthe; die andern sind meistens nur insofern lehrreich, als man daran sehen kann, wie man es *nicht* machen soll.

Zu den nachahmungswerthen byzantinischen Holzconstructionen rechne ich besonders die der hölzernen Kuppeln der *St. Marcuskirche* in *Venedig*. Die innern Kuppeln und Wölbungen dieser Kirche, die wohl ursprünglich unter freiem Himmel bleiben sollten, sind aus Backsteinen gemacht. Da man aber entweder allzu leichte Beschädigungen derselben und der an ihrer inneren Fläche befindlichen kostbaren musivischen Arbeiten befürchtete, oder auch, weil man in der Erinnerung an die hohen Kuppeln im Orient, mit welchem die Venetianer damals in so naher Verbindung standen, dem Gebäude ein imposanteres und prächtigeres Ansehen zu geben glaubte, setzte man über die innern flachen steinernen Kuppeln noch steile hölzerne, die mit Blei bedeckt wurden, so dafs zwischen der steinernen und der hölzernen Kuppel ein beträchtlicher Raum blieb, der nicht benutzt wird.

Die Construction dieser hölzernen Kuppeln ist folgende. Die eigentlichen Bogensparren erinnern sehr an die heutigen Bohlendächer; sie sind entweder doppelt, oder einfach. Die doppelten bestehen aus drei- bis vierzölligen tannenen Stollen, an welche zu beiden Seiten $1\frac{1}{2}$zöllige tannene Bohlen angefuttert sind. Die einzelnen Stollenstücke sind durch eine lange Zusammenplattung mit einander verbunden. Diese Bogensparren werden durch vier merkwürdige horizontale Ringe gegen das Ausweichen geschützt und durch dieselben zusammengehalten. Die Ringe unterbrechen die Sparren nicht, sondern sind über denselben einen Zoll tief eingeschnitten, so dafs sie nur auf starken Knaggen ruhen, welche an einen Sparren um den andern durch zwei starke Nägel befestigt sind. Die Ringe bestehen aus zwei Bohlen platt übereinander und einem Stollen oben drauf. Die doppelten und einfachen Sparren wechseln, und die Zwischenräume derselben betragen unten am Anfange 15 Zoll Casseler Maafs. Die doppelten Sparren gehen nur bis zum dritten Ringe; zwischen dem dritten und vierten Ringe werden sie einfach. Das aufserdem in den Kuppeln befindliche Zimmerwerk, bestehend aus Zangen und Bändern, dient hauptsächlich, die obern kleinen Laternen zu tragen, welche

besser nicht da wären, da sie nur um eines Schönheitszweckes willen vorhanden sein, aber unmöglich für schön gelten können. Es wären also diese Zangen und Bänder entbehrlich; und dann wäre die übrige Construction auch zu Kuppeln, die von Innen sichtbar sein sollen, anwendbar: sei es, dafs man die Ringe und Knaggen sichtbar sein liefse und passend verzierte, oder dafs man inwendig über die Ringe eine Bedeckung anbrächte, die aus einer zu schienenden und zu tünchenden Belattung, oder aus einer andern dauerhaften Zusammensetzung bestände. Es ist noch zu bemerken, dafs die innern, aus Backsteinen gewölbten Kuppeln obenauf sehr sorgfältig mit Mörtel überzogen sind. Sie sind von vier Fufs zu vier Fufs, gleichsam strahlenförmig, mit dem äufsern Mauerringe oder der sogenannten Trommel verbunden. Dieser äufsere Ring ist, einige Fufs hoch über dem Anfange der Kuppeln, mit 4 Zoll breiten, ½ Zoll dicken zusammengeschraubten und genagelten eisernen Bändern umgeben.

Die Holzconstructionen des Mittel-Alters sind im Süden und im Norden sehr verschieden.

In *Italien* haben sich viele Holzconstructionen aus dem Alterthum durch mehre Jahrhunderte erhalten. Man sieht dies z. B. aus dem Vergleiche der Dachconstructionen *Palladio's* mit denen der alten römischen Basiliken; nur dafs die ersteren mehr Holz sparen, als die antiken. Aufserdem findet sich aus dem italienischen Mittel-Alter, bei dem phantastischen Wesen seiner Bauart, manches Originelle, welches für die Technik um so mehr interessant ist, als man in Italien, wie jetzt im Norden, schon im Mittel-Alter auf Ersparung angewiesen war.

Als ein Beispiel einer solchen originellen Construction will ich, neben der obengedachten Kuppeln der *St. Marcuskirche,* der des Dachwerks des sogenannten *Salone* in *Padua* gedenken. Dieser *Salone* wurde in ältern Zeiten für den gröfsten Saal auf der Erde gehalten. In neuern Zeiten ist er durch manchen andern übertroffen worden; z. B. durch den *Appollosaal* in *Wien,* durch die neusten grofsen Constructionen auf Eisenbahnhöfen (die grofsen Personenhallen) u. s. w.

Der *Salone* in *Padua* ist 264 Casseler Fufs lang und 91 Fufs breit. Die Decke desselben ist kein gewöhnliches Häng- oder Sprengwerk, sondern, sehr einfach, nach der Form des Spitzbogens, aus Sparren, die nach dieser Form gekrümmt sind, zusammengesetzt. Diese Sparren sind der Gestalt nach den Bohlensparren ähnlich, bestehen aber aus *ganzem* Holze. Ich konnte durchaus

keine Zusammensetzung der einzelnen Sparren bemerken: anwesende Italiener belehrten mich aber, dafs jeder Sparren aus drei Stücken bestehe, die durch eine doppelte Aufplattung verbunden wären. Verriegelt sind die Sparren, welche an drei Fufs von Mitte zu Mitte entfernt und nach einer Schätzung höchstens zehn Zoll breit und hoch sind, gar nicht, aber dagegen durch eine Verschalung aus ziemlich starken Bohlen, welche mit Blei bedeckt ist, gesichert. Quer durch die hölzerne Wölbung, also von einem Sparren zum andern, laufen eiserne Stangen, die abwechselnd an dem einen Paar Sparren tief und an dem andern hoch sich befinden. Zwei senkrechte Eisenstangen, die, etwa in der Entfernung des vierten Theils der Länge der horizontalen Stangen von den Sparren ab, sowohl bei den hohen als bei den tiefen Eisen angebracht sind, verstärken die horizontalen Stangen.

Es findet sich also hier schon eine Combination von Holz und Eisen; wie an den neuesten Constructionen zu ähnlichen Zwecken. Übrigens läfst sich gerade nicht sagen, dafs dieses Dachwerk, welches, da es kein horizontales Gebälk hat, von unten sichtbar ist, besonders schön aussähe; vielmehr sieht es mehr wie die Bedeckung eines grofsen Magazins oder Fabrikgebäudes, und noch um so weniger schön aus, weil es ganz unverziert und einfach ist, so dafs es mit den Wänden, die aufserordentlich reich mit Malereien bedeckt sind, einen unangenehmen Contrast macht. Aufserdem hat der grofse Raum, den die Decke einnimmt, für den Zweck eines grofsen Festsaales gar keinen Nutzen. Ein Anderes wäre es, wenn der Raum gefüllt werden sollte; z. B. bei einem Fourragemagazin, wo dann die Einfachheit der Construction und die durch wenige eiserne Stangen erzielte Holz-Ersparung Nachahmung verdienen würde; denn die Construction ist fast eben so einfach als wohlfeil.

An den mittelalterlichen Holzconstructionen im Norden ist wenig Nachahmenswerthes zu finden. Im Ganzen characterisirt dieselben eine bedeutende, nicht einmal eine grofse Dauerhaftigkeit erzielende Holzverschwendung.

Ich habe an anderem Orte, in der Abhandlung im 25ten Bande dieses Journals: „Über die gewöhnlichen Ursachen des Verfalls der mit Spitzbogen überwölbten Kirchen und über die Mittel zu ihrer Herstellung" betitelt, nachgewiesen, dafs die unmäfsig hohen, schwerfälligen und übel zusammengesetzten Dächer der Kirchen mit Spitzbogengewölben die Ursachen des Unterganges dieser Gebäude sind.

Etwas Gutes ist es jedoch bei diesen Holzconstructionen, dafs die *Holzverbindungen* selbst, gewöhnlich dauerhafter und sicherer gemacht sind, als

es in der spätern deutschen Holz-Architektur geschah. Man findet in den ältern Gebäuden nicht, dafs man den Zusammenhalt von zwei Holzstücken der Festigkeit eines hölzernen Nagels anvertraut hätte; wie es später geschahe und noch heut zu Tag so oft geschieht. So sind z. B. die Jachbänder nicht eingezapft und vernagelt, sondern gewöhnlich mit schwalbenschwanzförmigen Plattungen eingesetzt. Diese sind zwar genagelt, aber die Nägel trifft keine Gewalt; welche vielmehr in den benannten Aufplattungen ihren Widerstand findet.

Übrigens wird es immer noch der Mühe werth sein, die Dachwerke aus jener Zeit, die man in seinem Bereich hat, näher zu untersuchen. Merkwürdig ist, dafs sie gewöhnlich so sehr schwer *zugänglich* sind; sei es, weil man den Zugang absichtlich erschweren wollte, um etwaige muthwillige Beschädigungen der so leicht construirten Gewölbe zu erschweren, oder weil man einen bequemen Zugang mit der äufsern Regelmäfsigkeit des Gebäudes nicht in Übereinstimmung zu bringen wufste; meistens kann man nur kriechend zu diesen weiten Räumen gelangen, die sonst zu gar nichts benutzt werden. Nach meiner Meinung giebt es kaum etwas für die Gebäude Schädlicheres, Unzweckmäfsigeres und Häfslicheres in der Bau-Art aller Zeiten, als die Dächer der mittelalterlichen Kirchen im nördlichen Europa. In einer höchst widerwärtigen, packigen Unform liegen sie da über den Städten, entziehen ganzen Häuserquartieren, besonders im Winter, den Sonnenschein, der ihnen so sehr nöthig wäre, werden durch jeden Windsturm schadhaft und ausbesserungsbedürftig, und bedrohen durch ihre alsdann so schädliche Wirkung auf die Gewölbe das ganze Gebäude mit dem Einsturze, wenn sie wegen der Schwierigkeit der Ausbesserung erst halb faul geworden und aufser Verband gekommen sind. Dann aber dient nicht einmal dieser ungeheuere Aufwand von Masse und Raum zu etwas Nützlichem; denn bekanntlich halten die unmäfsig steilen Dächer gar nicht einmal den Regen und Schnee besser ab, als Dachwerke mit mäfsigem Gefälle, und erfordern deshalb etwa weniger Erhaltungskosten; vielmehr erfordern gerade sie beständige Reparaturen. Noch verkehrter und ungereimter ist es aber, in diesen hohen Dächern etwa eine characteristische Schönheit der mittelalterlichen Gebäude finden zu wollen. Freilich mögen die Dach-Ungeheuer durch die Absicht einer Formenharmonie bei den Gebäuden der Spitzbogenbau-Art, in welcher das gleichseitige Dreieck in allen Combinationen von Constructionen und Verzierungen eine bedeutende Rolle spielt, hervorgerufen worden sein: aber das war eben ein *Fehler*, und ein grober *Fehler*. Man hat dies auch wohl schon damals gefühlt,

indem man niemals den ganzen Durchschnitt des Dachs in einer der Fronten *sichtbar* werden liefs, sondern ihn in den vordern Fronten durch die Thürme versteckte, und in der hintern Ansicht, von Chor und Seitenschiffen, dem Dache gewöhnlich Walme gab, oder auch wohl an den gröfsten und prächtigsten Kirchen, z. B. der *St. Stephanskirche* zu *Wien*, die Seiten-Ansichten des ungeheuern Dachs durch reich verzierte Giebel gleichsam zu verblenden suchte; aber dies war ein sehr unrichtiger Weg: denn ein verzierter Fehler ist noch schlechter, als ein unverzierter. Jede Stadt, jede Gemeinde, welche Gebäude mit solchen Dächern besitzt, kann warlich nichts besseres für ihre Finanzen thun, als die hohen Dächer je eher je lieber abzubrechen und in flache Dächer zu verwandeln.

Nach meinen Erfahrungen ist für eine Bedeckung mit *Schiefer* ein Satteldach steil genug, wenn es den *fünften* Theil seiner Breite zur Höhe hat; vorausgesetzt, dafs nirgends Winkel, Kehrungen und Ausstreckungen vorkommen, die das Gefälle noch vermindern. Wenn das Dach mit *Schildziegeln* (Bieberschwänzen) bedeckt wird, sind statt des fünften Theils Zweineuntheile hinreichend. Und welche ungeheuere Verschiedenheit ist dies von den mittelalterlichen Dächern, die oft *noch* steiler als gleichseitige Dreicke sind, und mitunter die *ganze* Breite zur Höhe haben.

Ich glaube auch, dafs die Benutzung des unter flachen Dächern befindlichen, immer noch grofsen Raumes zu profanen Zwecken, wenn es nur *gute* Zwecke sind, die Kirche nicht entweihe. Wenn man z. B. die Böden zu *Fruchtböden* einrichtete, auf welchen die bemittelten Einwohner Früchte, die sie in wohlfeilen Zeiten angekauft haben, niederlegten, um sie in theuren Zeiten ihren ärmeren Mitbürgern wohlfeil zu verkaufen, so würde dies gewifs christlicher sein, als die Räume unbenutzt und die wohlthätige Einrichtung aus Mangel an sonstigen Fruchtböden unausgeführt zu lassen. Man würde schon viel Frucht auf einen solchen Boden legen können, ehe man das Gewicht der Belastung erreichte, die das steile Dach unnützer- und schädlicherweise hervorbringt. Nicht in jener Benutzung, die nicht aus Speculation, sondern aus Wohlthätigkeit geschieht, liegt aber dann der finanzielle Vortheil, sondern darin, dafs durch die Veränderung des Dachs die Kirchen noch auf Jahrhunderte erhalten werden, während jetzt ihre Existenz bedroht ist.

Töncher-Arbeiten im Alterthume.

Die Töncher-Arbeiten wurden schon im griechisch-römischen Alterthume mit großer Vollkommenheit ausgeführt, und in den neuesten Zeiten sind sie wieder durch den Gebrauch der neu erfundenen Cemente zu einer großen Vollendung gebracht worden. Die Alten waren im Tünchen so geschickt, daſs sie selbst Quadersteine, deren Stoff der Verwitterung ausgesetzt ist, mit dünner Tünche aufs zarteste und feinste überzogen. So sind z. B. an dem Tempel der *Sybilla Tiburtina* in *Tivoli* die cannelirten Säulen auf diese Weise überzogen. *Vitruv* giebt mannigfaltige und ausführliche Vorschriften zu den Töncher-Arbeiten. Er sagt, daſs eine vorzügliche Tünche aus drei Lagen Sandkalk und aus einer vierten, aus Kalk und Marmorstaub gemischt, bestehe. Wenn man *nur eine* (starke) Lage aus Sandkalk und darüber einen dünnen Überzug aus Kalk und Marmorstaub machen wolle, so werde dieser Überzug leicht springen und rissig werden; auch nicht den gehörigen Glanz annehmen.

Vitruv ist sehr der Meinung, daſs zu Töncher-Arbeiten der Kalk lange Zeit vorher gelöscht werden müsse, ehe man ihn verbraucht, weil er sich sonst nicht vollständig auflöse, und dann die Tünche, die damit gemacht wird, Blasen bekomme. Die vollständige Auflösung des Kalks ist aber auch wohl durch vorsichtiges Löschen zu erlangen; und um so vollkommener, wenn der gelöschte Kalk vor dem Gebrauch durchgesiebt wird. Wahr ist es indessen, daſs ganz frisch gelöschter und verbrauchter Kalk leicht rissig wird; doch kann auch dieses beim Tünchen selbst verhindert werden, wenn man den Kalk mit dem ihm zugesetzten Sande stark durcharbeiten und wenigstens 24 Stunden bis zum Verbrauche gemischt stehen läſst, dann aber beim Verbrauche die Tünche wiederholt und stark *reibt,* ohne sie dabei anzunetzen, so daſs das überflüssige Wasser herausgerieben wird. Unter der Bedingung dieser Vorsichtsmaaſsregeln halte ich den frisch gelöschten Kalk für *besser,* als solchen, der schon Jahr und Tag in Gruben gelegen hat.

Glänzende Tünche oder sogenannter *stucco lustro.*

Ich will hier einer Erfahrung bei diesem Gegenstande gedenken, die mir interessant zu sein scheint. An einem kleinen Gartengebäude lieſs ich nemlich, in herbstlicher Jahreszeit, eine gegen Südwesten liegende Backsteinmauer erhöhen. Als das neue Stück einigermaaſsen trocken genug war, um

getüncht zu werden, war der Winter nahe; es wäre aber ein Übelstand gewesen, wenn es über Winter hätte ungetüncht bleiben sollen. Ich liefs also die Tünche noch machen, wenn sie auch durch den Frost leiden sollte und man sie im nächsten Jahre noch einmal machen müfste. Um Dem wo möglich zu entgehen, liefs ich unter den gewöhnlichen Sandkalk, der zu der Tünche bestimmt war, unmittelbar bei der Arbeit selbst, ungelöschten Mehlkalk (Steinkalk, der durch Besprengen mit ein wenig Wasser zwar zu Staub zerfallen, aber noch nicht eigentlich gelöscht ist) mischen, so dafs die Tünchmasse sehr steif wurde und nicht ohne Mühe sich auftragen liefs. Der nächste Winter war sehr kalt, und die Kälte trat ein, ehe die neue Tünche ganz trocken sein konnte. Im Frühlinge fand sich hin und wieder eine Blase, unter der sich die Tünche abschieferte; aber der gröfste Theil war fest geblieben. Ich liefs nun die wenigen schadhaften Stellen mit gewöhnlichem Sandkalk ausbessern und zugleich eine zu dieser Zeit ausgemauerte Fenster-Öffnung, nachdem die Ausmauerung trocken war, auf die gewöhnliche Art mit Sandkalk tünchen, und hierauf alt und neu weifsen; welches Alles bei guter Jahreszeit geschah und trocken wurde. Hier zeigte sich nun bei starkem Regenwetter die eigenthümliche Erscheinung, dafs die ursprünglich alte, ebenfalls aus Sandkalk bestehende Tünche, eben so wie die im Frühlinge neu gemachte Ausbesserung und Übertünchung der Fenster-Ausmauerung, vom Regen sehr stark anlief, oder, wie man es nennt, einschlug, also beträchtlich Feuchtigkeit anzog, während die im Herbst mit Sandkalk und Mehlkalk gemachte und noch feucht dem Frost ausgesetzt gewesene Tünche gar nicht anlief, sondern schneeweifs blieb, folglich *keine* Feuchtigkeit anzog; und diese Verschiedenheit dauert so sehr immer fort, dafs sich, ganz genau an dem Anfange der alten Tünche, feine Lichen (Moose) ansetzen, während die mit frischem Mehlkalk gemischte Tünche weifs und unverwittert bleibt. Es ist dies gewifs keine Wirkung des Frostes; denn die Tünche hatte ja theilweise davon gelitten: es ist vielmehr ohne Zweifel die Folge der Beimischung des frischen *Mehlkalks*. Aufserdem ist zu bemerken, dafs die Tünchungen *ohne* Mehlkalk sehr stark eingerieben waren, *wobei die Tüncher die Arbeit sehr oft und stark anzunetzen pflegten*, um sich das Glattreiben zu erleichtern, während die mit Mehlkalk gemischte Tünche nicht angenetzt, vielmehr nur in so weit mit der Kelle angedrückt und mit der Scheibe gerieben wurde, als nöthig war, den Überzug fest zu machen. Das Fest-Anreiben schadet nichts; im Gegentheil ist es nöthig: denn wo es eben hier nicht genügend geschehen

war, hatte die Tünche kleine Risse bekommen. Für sehr nachtheilig halte ich das *Annetzen.*

Die Tünchmasse aus Kalk und Marmorstaub wird noch jetzt in Italien bei der Verfertigung von Stucktünchen, namentlich dem sogenannten *stucco lustro,* angewendet. Da das Verfahren bei dessen Verfertigung nicht sehr bekannt ist, ja wohl sogar als technisches Geheimnifs betrachtet wird, will ich es hier beschreiben.

Nachdem man die Tünche, nach dem Systeme *Vitruvs*, in mehrere Schichten von Sandkalk und aus einem letzten Überzuge von Kalk und Marmorstaub gemacht hat, wird die Farbe, welche der *stucco lustro* erhalten soll, aufgetragen. Es mufs natürlich eine Farbe sein, welche durch die ätzende Schärfe des Kalks nicht leidet; auch mufs die Tünche, welche angestrichen wird, noch feucht sein. Hierauf übergeht man den Anstrich gleichförmig mit der Kelle, um die Farbe da, wo sie etwa zu fett aufgetragen wäre, einzudrücken.

Nun bedarf man des Politurwassers. Dieses wird bereitet, indem man zwei Theile weifse genuesische Seife und einen Theil Jungfernwachs in einem Topf mit Flufswasser kochen läfst. Wachs und Seife werden in kleine Stücke geschnitten; sie werden hineingeschüttet, wenn das Wasser stark siedet, und so lange gekocht, bis Alles aufgelöset ist. Dieses Politurwasser bleibt sechs bis acht Tage nach seiner Bereitung brauchbar. Es wird dann mit demselben die getünchte und gefärbte Fläche drei- bis viermal, den Pinsel leicht geführt, überstrichen, bis die getünchte Stelle das Wasser nicht mehr annimmt. Hierauf übergeht man die Stelle mit der Kelle, auf die man die Finger legt und sie gleichförmig, immer nach derselben Richtung, bewegt. Hat man so die Fläche geglättet, so streicht man sie mit dem Politurwasser an und glättet von neuem eine andere Stelle; aber ebenfalls in regelmäfsiger Richtung; Dies wiederholt man drei- bis viermal.

Ist Alles so getrocknet, dafs es keine Feuchtigkeit mehr enthält, so wird nun die eigentliche Politur mit einem wollenen Lappen aufgesetzt. Diese Politur besteht aus Terpentin, Jungfernwachs und ein wenig Talg; welches man auf dem Feuer zusammenschmelzen läfst.

Wie man sieht, ist diese Arbeit weitläuftig und mühsam; aber das Ergebnifs ist auch schön, denn dieser *stucco lustro* wird dem Marmor ähnlich, und ist von dem bekannten Gypsmarmor, welcher wenigstens dreimal so viel kostet, kaum zu unterscheiden.

Dazu kommt, dafs die italienischen Arbeiter nicht nur die Farben der verschiedenen Marmor-Arten, sondern auch ihre Flammen und Adern sehr gut nachzuahmen wissen; wobei es merkwürdig ist, dafs man gewöhnlich mit der dunkelsten Farbe den Grund anstreicht und dann für die Adern und Flecken nach und nach zu den helleren Farben übergeht, so dafs man, z. B. bei der Nachahmung des schönen grünen Marmors, des *Verde antico,* zuerst die getünchte Fläche schwarz, mit Druckerschwärze und ein wenig Kalk anstreicht, und diesen Anstrich mit der Kelle, ohne Politurwasser, glättet. Hierüber macht man die Flammen mit reiner grüner Erde; indem man die Farbe bald fetter, bald magerer, bald flüssiger, bald trockner aufträgt und dabei die schwarzen Flecken und Adern der Marmor-Art ausspart. Zur dritten Farbe wird grüne Erde, mit etwas Kalk gemischt, genommen, und auf gleiche Weise aufgetragen. Dann macht man noch die hellsten Flammen mit reinem Kalke, und hierauf zeichnet man mit der Spitze einer kleinen Gänsefeder ganz leicht die feinen Adern, die man haben will. In den schwarzen Flecken, welche ausgespart sind, befinden sich bei dieser Marmor-Art kleine, leicht angedeutete Adern; diese macht man mit einem kleinen Schwamme, der keine langen und grofsen Löcher hat. Den Schwamm feuchtet man erst an; dann taucht man ihn, kaum merklich, in die Farbe und berührt damit ganz wenig die schwarzen Flecken. Der Übergang vom dunkeln zum hellen Marmoriren giebt den Farben die Durchsichtigkeit, welche diejenigen des ächten Marmor gewöhnlich haben. Zuletzt bringt man noch hie und da einige wenige, sehr leichte und feine weifse kleine Adern an.

Wenn man zu dieser Arbeit ein Stück des natürlichen Marmors zum Vorbilde nimmt, so kann man sich sehr leicht danach richten. Ein solches Muster ist aber auch immer nöthig, wenn die Nachahmung gelingen soll. Es finden sich mit dieser Hülfe oft geringe und wohlfeile Arbeiter, welche die Marmor-Arten so natürlich nachahmen, dafs man sie kaum von den echten unterscheiden kann, und gewissermaafsen noch mehr Vergnügen an denselben hat, wie an den echten, indem die Geschicklichkeit der Nachahmung zu bewundern ist.

Ausführung der Tünch-Arbeiten durch die Maurer.

Es ist eine technisch-wichtige Frage, ob es zweckmäfsiger sei, die Tüncher-Arbeiten, zu welchen dann auch Gesimsziehen, Felderabtheilen u. dergl. gehören, den Maurern zu übertragen, oder den Anstreichern, die man in

unsern Gegenden *Weisbinder*, an andern Orten auch (sehr uneigentlich) Maler nennt.

Wenn der Maurer nicht blofs für die Regelmäfsigkeit des Mauerwerks, sondern auch für die Untadlichkeit des Überzuges desselben verantwortlich ist, wird er sich schon bei dem Mauern in Acht nehmen, durch Unebenheiten und Ausweichungen aus Loth und Wage die Tüncher-Arbeit sich selbst zu erschweren: im andern Fall überläfst er dem Tüncher, die Fehler der Mauer zu verbessern. Dieser aber wird sich, auch dann, wenn die Maurer-Arbeit untadelhaft war, weniger Mühe geben, weil er immer den Rückhalt hat, die Fehler seiner Arbeit auf den Maurer zu schieben.

Wahr ist es dagegen auch wieder, dafs die Tüncher-Arbeiten oft mit den Anstreicher-Arbeiten in so enger Verbindung stehen, dafs es gut ist, wenn beide von einer und derselben Person gemacht werden; wie sich eben an dem Beispiel des *stucco lustro* zeigte. Jedoch ist die Vollkommenheit der Maurer-Arbeit, so wie die der Tüncher-Arbeit, immer wichtiger als der Anstrich. Und so dürfte es besser sein, die Tüncher-Arbeit von den *Maurern*, statt von den Anstreichern machen zu lassen; was denn auch im nördlichen Deutschland geschieht.

Fufsboden-Estriche.

Von den Überzügen freiliegender Plateformen mit Estrichen habe ich schon oben gesagt, dafs sie in Italien eben so unvollkommen sind, wie in Deutschland, und dafs es sehr zu bezweifeln sei, dafs vollkommne Plateformendecken jemals erfunden werden, weil sie die Eigenschaft haben müfsten, sich beim Temperatur- und Feuchtigkeitswechsel gerade eben so zu verhalten, wie die Stoffe, aus welchen die Decke selbst gebaut ist, auf welcher sie ruhen; welches gleichförmige Verhalten schon deshalb nicht denkbar ist, weil der bedeckende Estrich und das Material unter demselben in ganz verschiedenen Graden den Einwirkungen der Temperatur und der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. Wird aber der Estrich und dessen Unterlage verschieden davon afficirt, so müssen immer nothwendig Risse entstehn, welche das Regenwasser durchlassen und die Ursache des Unterganges der Decke werden.

Weit nützlicher sind dagegen die schönen Estriche, welche man in Italien, besonders in *Venedig*, im Innern der Gebäude mit solcher Vollkommenheit verfertigt, dafs der ganze Fufsboden eine einzige Marmor- oder Porphyr-Tafel zu sein scheint. Ich übergehe hier die Beschreibung, wie sie

verfertigt werden, da ich sie an einem anderen Orte gegeben habe; nemlich in der von mir verfafsten „Baukunde", die so eben, als Theil der neuen Encyklopädie der Wissenschaften und Künste, bei Franckh in Stuttgart erscheint.

Gewölbe aus Tünchemasse und vulcanischen Schlacken.

Winckelmann erwähnt in seinen „Anmerkungen über die Baukunst der Alten (S. 44)" einer Art *Gewölbe,* die eigentlich Tüncher-Arbeit waren und welche sich in einigen Häusern der durch den Vesuv verschütteten Städte gefunden hätten, die aber zusammengedrückt gewesen seien. Es wurde, um sie zu errichten, die Form des Gewölbes von Holz und Brettern aufgesetzt, und breit getretenes Rohr, welches in Italien viel stärker und länger als in Deutschland ist, auf dieselben gebunden; auf das Rohr wurden Schlacken vom Vesuv gelegt und befestigt, und über diese wurde Mörtel (von Puzzolane) getragen; die letzte Lage mit kleingestofsenem Marmor und Gyps gemengt.

Dies war also eine *Béton*construction, von freilich leichter Art, über der sich übrigens keine obern Stockwerke für Personen, schweres Hausgeräth und dergl. befinden durften. Das plattgetretene Rohr ersetzte die Schalbretter, und es erklärt sich aus dessen Benutzung die Leichtigkeit der Bildung sehr complicirter Gewölbformen, welche die Alten bei ihren Zimmerbedeckungen anwendeten; z. B. bei den Gewölben des *Canopus* und der *Naumachie* in der *Villa Adriana* bei *Tivoli.*

Das erwähnte Rohr kommt in der italienischen Bautechnik öfters vor, und wird zu dem Ende in Gärten und Vignen, an feuchten Stellen, in sogenannten *canneti,* besonders cultivirt. Es ist eine von unserem gemeinen Schilfrohre verschiedene Art; aber auch in unserem Clima zu ziehen möglich. Ich habe es wenigstens im botanischen Garten zu Göttingen, im freien Boden und ebenfalls an einer feuchten Stelle, im schönsten Wachsthum gesehn. Auch ist es bei uns nicht ganz unbekannt, da sich die Weber desselben bei Verfertigung ihrer Rahmen bedienen; es ist deshalb ein nicht seltener Handels-Artikel. Es ersetzt in Italien häufig die Latten; so dafs z. B. die schönen Weinlauben, diese grofse Zierde der italienischen Gärten, mittels desselben gemacht werden. Steinerne Säulen, oder auch Säulen von Stollen, mit hölzernen Überlegern, geben den Haupt-Anhalt; das eigentliche Spalier bilden aber die Rohre, und an dieselben sind die Reben angeheftet.

Unvergängliche Dachbedeckungen.

Eine ungelösete Aufgabe für die Bautechnik ist in allen Zeiten die Construction für immer fester Dächer gewesen.

Indessen giebt es einige Dächer aus dem griechischen Alterthume, die sich bis jetzt erhalten haben. Dahin gehört das Dach auf der Laterne des *Demosthenes* und auf dem *Tempel der Winde* in der *Akropolis* von *Athen*. Sie sind mit Steintafeln bedeckt. Von andern altgriechischen Gebäuden wissen wir geschichtlich, dafs sie auf ähnliche Art mit behauenen Steinen bedeckt waren. So war z. B. der berühmte Tempel des Jupiter zu *Olympia* mit Tafeln von penthelischem Marmor bedeckt. Es ist zu bedauern, dafs die Abbildungen der erstgenannten Dächer zu *Athen* nicht speciell genug sind, um sich eine genaue Vorstellung von der Construction derselben machen zu können. Auch in den Abbildungen vom Dache auf dem *Tempel der Winde* ist die Bedeckungsart nicht angegeben; aber es zeigen sich Dächer auf alten Münzen, welche Gebäude vorstellen. In der Vorder-Ansicht sieht man da die bekannten sogenannten Ziegelköpfe. Princip der Dachbedeckung scheint es gewesen zu sein, die *horizontalen* Fugen durch übergeschobene obere Tafeln, die *aufrecht gehenden* Fugen durch emporstehende Ränder gegen das Eindringen des Regenwassers zu schützen. Zu Diesem dürfte noch nöthig sein, die *aufrechten* Fugen durch Steine, in der Form umgekehrter Rinnen, zu verwahren, weil diese Fugen beim Temperaturwechsel undicht werden und alsdann Feuchtigkeit durchlassen müssen. Ferner dürfte es nöthig sein, dafs die obern Steintafeln, da wo sie die untern überdecken, nicht unmittelbar auf den untern aufliegen, sondern, einige Zoll lang von den untern horizontalen Rändern derselben aufwärts, wenigstens einen halben Zoll hoch abstehen, damit das Regenwasser, welches an denselben hinabgleitet, nicht durch die Adhäsion an den Steinen von unten wieder in die Höhe steigen und zwischen den obern und untern Tafeln gleichsam hinausquellen könne. Aufserdem mufs diese Steintafel-Bedeckung nothwendig hinreichendes Gefälle haben. So sehr auch allzu steile Dächer zu verwerfen sind, so sehr sind doch auch allzu flache Dächer nicht zu billigen. Nach meiner Meinung darf man solchen Steintafeldächern, wenn sie sorgfältig gemacht werden, wohl noch etwas weniger als die für geschieferte Satteldächer vorgeschlagene Höhe von *Einfünftel* der Spannung geben; jedoch nicht weniger als *Einsechstel.* Am besten würde es vielleicht sein, bei *Einfünftel* stehen zu bleiben. Natürlich dürfen zu den Steinbedeckungen nicht poröse, das Regenwasser durchlassende Steine genommen werden. Die

Griechen haben Marmor dazu genommen; aber auch Sandstein würde brauchbar sein, wenn er dicht und feinkörnig ist; wie es mit dem berühmten Hessischen Sandsteine, der in *Obernkirchen* in der Grafschaft *Schaumburg* bricht, in hohem Grade der Fall ist. In (Fig. 6. und 7.) habe ich eine Construction dieser Steintafeldächer angedeutet. Die Tafeln können auf Sparren von Gufseisen ruhen, an welche sie sich auf tafelförmige Ausstreckungen anschrauben lassen. An der obern *Weser*, nicht weit von *Carlshaven*, bricht auch ein sehr dichter und fester Sandstein in sehr dünnen Tafeln, mit welchen man in dortiger Gegend häufig die Dächer bedeckt. Die Steine lassen sich indessen nicht besonders gut bearbeiten, da sie glasig fest sind. Die mit diesen Tafeln bedeckten Dächer sind sehr dauerhaft, bedürfen aber eines stärkern Dachstuhls, als Schiefer- oder Ziegeldächer. Am passendsten sind sie, wo sie auf einem massiven Unterbau, also auf Gewölben ruhen; was freilich bei gewöhnlichen Wohnhäusern von mehreren Stockwerken nicht angeht, indem dort zu den Gewölben eine grofse Masse von Widerlagsmauern nöthig sein würde.

Ganz an ihrem Ort dürften Dachbedeckungen aus sorgfältigst behauenen Quadertafeln in der sogenannten monumentalen Architektur sein. Diese Gebäude sind selten mehrere Stockwerke hoch und müssen schon in recht massiven Verhältnissen gebaut werden; auch kommen da die vielfältigen Unregelmäfsigkeiten durch Schornsteine, Dachfenster u. dergl., die für solche Dachdecken störend sind, nicht vor.

Im Mittel-Alter hat man ebenfalls Dachdecken von Quadersteinen gemacht. Ein Beispiel davon ist das flache Dach der Kirche von *Batalha* in *Portugal.* Auch an deutschen Kirchen aus dem Mittel-Alter findet man einzelne Theile der Gebäude mit sorgfältig bearbeiteten Steintafeln bedeckt.

Metall-Arbeiten an alterthümlichen Gebäuden.

Sonderbar ist es, dafs aus dem griechisch-römischen Alterthume so wenige auf die Bautechnik unmittelbar bezügliche Metall-Arbeiten, deren es doch ohne Zweifel viele gegeben hat, erhalten geblieben sind. Wenn man freilich die Barbarei sieht, welche an dem *Colosseum* zu *Rom* verübt worden ist, um die broncenen Dübel, welche die Quadern mit einander verbanden, herauszunehmen, wovon denn unzählige Beschädigungen der Steine selbst herrühren, so dafs es aussieht, als wäre das Gebäude mit schwerem Geschütze beschossen worden: wenn man sieht, wie an keinem einzigen antiken römischen Gebäude metallene *Inschriften* sich erhalten haben, obgleich die Spuren

ihrer Befestigung nicht selten noch zu erkennen sind: so begreift man die Vertilgung so vieler andern, zum Theil gewifs sehr schönen Arbeiten, und man sieht, mit welcher Gier antiker Bronce nachgetrachtet wurde.

Aber wozu hat man denn diese Bronce verbraucht? Diese Frage erregt allerdings im ersten Augenblick Bedenken. Haben etwa die *Gothen* und *Vandalen,* als sie den classischen Boden überschwemmten, diese Alterthümer mitgenommen, so fragt sich: wo sind sie denn, da der Stoff unzerstörbar war, am Ende hingekommen? Die Gothen haben sie vielleicht nach *Gallien* und dann nach *Spanien* mitgenommen; in Spanien haben sie ihnen die Araber wieder abgenommen, und diese mögen sie bei ihrer Vertreibung aus Spanien mit nach *Afrika* gebracht haben. Wer weifs also, welche Schätze von dergleichen noch im Innern dieses Welttheiles verborgen sein mögen! An einer solchen Wanderung, obgleich es *möglich* wäre, dafs Manches diesen Weg gegangen sei, ist aber nicht sehr zu glauben. Eher möchte sich das Meiste noch an Ort und Stelle befinden; und zwar *in den christlichen Glocken*, und späterhin in den *nicht christlichen Kanonen. Rom* hat allein gewifs mehr als Tausend Glocken; denn es hat mehr Kirchen, als Tage im Jahre; und in einer Kirche sind oft viele Glocken. Die vielen Glocken, tausend, wo zehn genug wären, sind warlich eine wunderliche Liebhaberei der Menschen; freilich sind sie immer noch besser, als die spätere Liebhaberei der Kanonen. Es wäre interessant für die Statistik der Völker, ihren Metallbesitz an Glocken und Kanonen zu kennen. Es würde vielleicht zu verwundern sein, dafs es überhaupt so viel Metall giebt. Wie manches schöne plastische Werk des Alterthums mag jetzt in einer Glocke stecken; Amor und Psyche mögen jetzt zu Kindtaufen und Leichen rufen, Nymphen und Flufsgötter brüllend Kartätschen schleudern.

Wo Lücken in der Kenntnifs der antiken Bautechnik durch die Zerstörung der Zeit entstanden sind, hilft häufig *Pompeji* aus. So finden sich denn dort auch viele Bronce-Arbeiten, welche die Bautechnik angehen; z. B. Thür und Schalterbeschläge u. dergl., an welchen Manches, besonders rücksichtlich einfacher Zweckmäfsigkeit, zu lernen sein dürfte. Ich gestehe, dafs ich versäumt habe, denselben eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, und mufs es Andern überlassen, auch diesen Gegenstand noch auszubeuten.

In den Bädern des *Caracalla* zu *Rom* war ein grofser Saal, die grofse *cella solearis,* von 276 Palmen lang und 198 Palmen breit und von einer flachen Wölbung bedeckt, welche von Gittern, oder vielmehr von Kreuz-

balken aus Erz oder Kupfer getragen wurde, die so vortrefflich gearbeitet waren, dafs man sie für ein Wunder der Kunst hielt.

Ich habe im Palaste des Kurfürsten, hier zu *Cassel,* ein ähnliches Motiv der Verzierung einer Saaldecke mit Malerei angegeben. Sie stellt ein goldnes Gitter dar, welches mit Perlen und farbigen Edelsteinen, die Blumen bilden, besetzt ist. Die Decke sieht gewifs prächtig aus, und würde noch besser aussehen, wenn sie nicht unvollendet geblieben wäre.

Metall-Arbeiten aus dem Mittel-Alter.

Aus der Zeit der Spitzbogenbau-Art sind manche schöne Arbeiten an Sarkophagen und andern Monumenten übrig, an welchen sich nachahmungswerthe Einzelnheiten finden. Unter den für die eigentliche Bautechnik interessanten Metall-Arbeiten aus dieser Epoche ist der Art der Beschläge zu gedenken, die sich noch häufig an Kirchthüren aus dieser Zeit finden, und von welchen *Bötticher* und Andere Abbildungen gegeben haben. Ihre Grund-Idee ist, dafs jedes Thürenband einen belaubten Zweig darstellen soll, dessen Blätter an die eigentliche Thüre genietet sind und dieselbe festhalten. Dadurch wird nicht nur ein vielfacher Anhalt gewonnen, sondern es nimmt sich auch ein solcher Beschlag, wenn man den Blättern schöne Formen giebt, und besonders wenn man ihn vergoldet, sehr prächtig aus.

Moderne Metall-Arbeiten an Gebäuden.

Die Zeit der Wiedergeburt der Künste hat viele schöne broncene Arbeiten geliefert; zu welchen unter andern die schönen ehernen Thüren in *Florenz* und *Pisa* gehören. Indessen sind sie eigentlich mehr für die plastische Kunst, weniger für die Bautechnik bedeutend.

Die neueste Zeit, welche für viele *eherne* Arbeiten die Mittel nicht besitzt, hat desto mehr in *Eisen* zu leisten gesucht. Mannichfache schöne Arbeiten an Gittern, Gitterthüren und Gitterthoren, Brustgeländern, u. dergl., geben davon reichliche Beispiele, und man hat sie noch vervollkommnet, indem man die feineren Theile und Verzierungen aus Zink gofs; welches Metall man auch zu mannichfachen andern, besonders zart zu verzierenden Gebäudetheilen benutzte.

Gegen die vielförmigen gufseisernen Öfen, die im Norden so gewöhnlich sind, ist eigentlich auszusetzen, dafs sie zuweilen mit Verzierungen so überladen sind, dafs die übrige Verzierung der Zimmer und ihres Geräthes

nicht dagegen bestehen kann. Auch die schwarzgraue Farbe, gegen welche sich nichts thun läfst, ist unangenehm.

Eine sehr schöne Anwendung des Gufseisens ist die zu Hausthüren mit durchbrochener Arbeit, während die Rahmenstücke massiv bleiben und auch allenfalls aus festem Holze sein können, so dafs also nur die Füllungen mit durchbrochenen eisernen Tafeln ausgefüllt werden, und zwar mit nicht so weiten Öffnungen, dafs ein Mensch hindurchkriechen könnte; diese Öffnungen werden dann zur Verhinderung des Luftdurchzuges mit starkem Glase ausgesetzt; wozu man auch farbiges Glas nehmen kann. Die durchbrochenen Verzierungen müssen aber schöne Umrifsformen haben, weil man sie nicht nur von Innen, gegen das Licht, blofs im Profil sieht, sondern auch bei Nacht, wenn die Hausflur erleuchtet ist; was denn mit gelungenen Profilen wunderschön aussieht.

II. Innere Einrichtung der Gebäude.

Characteristisch ist an den Wohnhäusern der alten Griechen und Römer, dafs jedes Haus für sich ein von der Stadt völlig abgesondertes Ganze bildete, welches nur durch Thüren, nicht durch Fenster, mit den Strafsen der Stadt in Verbindung stand, so dafs es die Strafse nur mit hohen Mauern, ohne Fenster, und nur mit einer oder einigen Thüren berührte. Dabei war jedes Haus zur Wohnung *nur einer* Familie eingerichtet und nach einer gewissen Regel gebaut, die für die Reichen und Wohlhabenden zwar eine gröfsere Ausdehnung und Vermehrung der Räume zuliefs, aber im Wesentlichen für Arme und Reiche dieselbe Eintheilung und Anordnung beibehielt.

Die Häuser waren in der Regel nur ein Stockwerk hoch. Zwar findet sich hie und da ein Haus mit einigen obern Zimmern; aber dieselben bedeuteten wenig und kamen nur ausnahmsweise vor. Jedes Haus war eine kleine Welt für sich, in welcher die Bewohner in völliger Abgeschlossenheit leben konnten. Da keine Fenster-Öffnung auf die Strafse ging, so mufste alles Licht von Innen genommen werden; deshalb war immer eine beträchtliche Gröfse des Flächenraums nöthig, welchen das Haus bedeckte. Das Haus bedurfte nothwendig immer eines oder mehrerer innerer Höfe, aus welchen die Zimmer und Räume Licht und Luft und, da es nur einstöckig war, auch Zugang erhielten. Diese Höfe waren, was jeder Bewohner am meisten vor den Augen

hatte, und was Jeder mitbenutzte; sie waren deshalb durchgängig regelmäfsig, zur gröfsten Reinlichkeit eingerichtet und hatten für wohlhabende Besitzer mannichfache architektonische Schönheiten und Bequemlichkeiten. Dahin gehört z. B., dafs sie theilweise *bedeckt* waren. Entweder umgab man sie mit Säulengängen, oder es wurden die vorspringenden Dächer durch Balkenträger auf die Weise unterstützt, dafs geräumige Gänge unter denselben entstanden; was dann in der Mitte, für den offen bleibenden, dem Licht und der Luft zugänglichen Raum nur einen kleinen Theil des Ganzen übrig liefs; so dafs sich also der Hof gleichsam in einen Saal mit einem grofsen Deckenlicht verwandelte. In dem ausgezeichneten Werke von *Gell* und *Gandy* über *Pompeji*, „Pompejana" betitelt, finden sich mehrere Abbildungen solcher Höfe, die der Zeichner mit grofsem Talente in eleganter Zierlichkeit restaurirt hat.

Man that Alles, um diese Höfe zu verschönern; Statuen und Gemälde (encaustisch oder *al fresco*) fehlten nicht; neben mannichfachen plastischen, oder gemalten Verzierungen. In den gröfseren Höfen wurden schöne Pflanzen gezogen, und in der Mitte war gewöhnlich ein aus Marmor oder andern Steinen gebaueter, mit dem Fufsboden gleich hoch liegender Wasserbehälter, um das Regenwasser von den Dächern ringsum aufzufangen; welches dann in einem, durch ein kleines Schütz zu schliefsenden Canal-Abzuge abgelassen, oder auch gestauet werden konnte. Es kam in die Höfe eben noch Licht und Luft genug, um davon auch an die sie umgebenden Zellen und Räume das Nöthige abgeben zu können; aber sie waren frei von allem Luftzuge, den die Alten als ein sehr wesentliches Übel in den Gebäuden betrachteten. Da das ganze Gebäude von hohen Mauern (gewöhnlich in rechteckiger Form des Grundplanes) umschlossen und gewöhnlich nur durch *eine* Thüre zugänglich war, so war die Zugluft ganz beseitigt; und zwar noch um so mehr, da man von der Strafse nicht unmittelbar in die Höfe gelangte, sondern erst durch das *Prothyrium* (den Vorthürenraum) und das *Vestibulum* (den Vorhof) in einen bedeckten Raum mit einer Thüre nach Aufsen und einer nach Innen, der ziemlich unseren Hausfluren entspricht. So hatte ein solcher innerer Hof etwas Anmuthiges, Einsiedlerisches, Gemüthliches, dem nichts in der modernen Bauart zu vergleichen ist.

Die Zimmer an den Höfen erhielten Licht und Luft nur durch gröfsere oder kleinere *Thüren*, welche meistentheils nur durch Vorhänge verschlossen wurden. Die Lage der Zimmer war, mit seltener Ausnahme, sehr symmetrisch. Findet eine Ausnahme Statt, so ist sie immer wesentlich motivirt, nie die

Folge einer Vernachlässigung bei der Erfindung. Man überblickt daher gewöhnlich, gleich beim Austritt aus dem Vestibulum in den ersten Hof, den Bau in seiner ganzen Vertheilung; was besonders in den gröfsern und verzierten Häusern einen prächtigen Anblick gewährte.

Im Hintergrunde des Hofes lag das ***Tablinum*** oder Geschäftszimmer: ein gröfserer rechteckiger Raum, dessen eine, schmale Seite nach diesem Hofe, die entgegengesetzte nach dem zweiten Hofe, wenn ein solcher vorhanden war, gerichtet, die eine wie die andere aber fast ganz offen war, so dafs das Zimmer daselbst nur durch vorspringende Mauern (antae) begrenzt war, während es an den langen Seiten ununterbrochene Mauern ohne Thüren hatte. Der zweite Hof war gewöhnlich gröfser und prächtiger, als der erste, und in seinem Hintergrunde lag, dem Tablinum gegenüber, der ***Hauptsaal;*** hinter demselben wohl noch ein Säulengang und ein kleiner Hof oder Garten (viridarium).

An den Höfen befanden sich eine gröfsere oder kleinere Zahl von Zellen, die als Schlafzimmer dienten; auch wohl noch ein Saal; sodann die Küche, die Vorrathskammer u. s. w.

Es ist nicht meine Absicht, hier eine genaue archäologische Beschreibung römischer oder griechischer Häuser zu geben, oder auch etwa den Unterschied zwischen dem römischen und dem griechischen Hause herauszuheben; ich wollte nur auf Das hindeuten, was für die Bauart späterer Zeiten von Folge war, und noch für die heutige Baukunst in Betracht kommen kann. Ich verweise auf meine Beschreibung von ***Pompeji*** im achtzehnten Band dieses Journals, wo mehrere Häuser specieller beschrieben sind.

Viel schwieriger, als die antiken Wohnhäuser, sind diejenigen des Mittel-Alters zu characterisiren. Man mufs eigentlich darauf verzichten, es für die damals cultivirten Völker in ihrer Gesammtheit zu thun; denn höchst verschieden sind die mittelalterlichen Wohnhäuser im ***Süden,*** wo es schon im Alterthume Städte gab, von denen im ***Norden,*** wo im Mittel-Alter erst Städte entstanden.

An den mittelalterlichen Wohnhäusern in ***Italien,*** und wohl auch in ***Spanien,*** selbst im ***Orient*** und in den von den ***Arabern*** bewohnten Gegenden, zeigen sich unverkennbare Spuren der Nachahmung des antiken griechischen und römischen Hauses; während man z. B. in dem norddeutschen, in die engen Räume befestigter Städte eingezwängten Wohnhause, keine Spur einer solchen Nachahmung sieht; man müfste sie denn in solchen Einzelnheiten der Gebäude suchen, die ***überall*** einander ähnlich sind.

Von den mittelalterlichen Wohnhäusern in *Italien* sind die merkwürdigsten die *venetianischen;* deren sehr viele übrig sind, weil *Venedig* zum gröfseren Theile eine mittelalterliche Stadt ist. Da man daselbst ebenfalls zum Raumsparen am Bauplatze gezwungen war, indem die Strafsen der Stadt eng, und sehr eng sind, enger als in irgend einer deutschen Stadt, so lassen sich ähnliche Anordnungen, wie in den mittelalterlichen deutschen Städten, erwarten; aber dergleichen finden sich nicht. Dagegen ist es möglich, dafs man in den grofsen Handelsstädten der *Niederlande* Venedig nachahmte. In *Norddeutschland* kenne ich dergleichen nicht. Eher finden sie sich in *Böhmen* und den südlichen Theilen des deutschen *Österreichs,* und in *Süddeutschland* überhaupt, bis nach *Nürnberg* hinauf.

Die meisten mittelalterlichen Häuser in *Venedig* haben schon den Spitzbogenstyl. Byzantinische Häuser sind dort selten; wie überall. Ich will jedoch deren drei gedenken, von welchen zwei in Deutschland, die für den Styl der Zeit characteristisch zu sein scheinen: nemlich des sogenannten Palastes des *Theodorich* in *Ravenna,* der Burg des Kaisers *Friedrich Barbarossa* in *Gelnhausen* und der *Kaiserpfalz* in *Goslar.*

Diese drei Gebäude sind überhaupt für die Baukunst in vieler Rücksicht interessant und verdienten wohl, sorgfältig gezeichnet und technisch gründlich untersucht und beschrieben zu werden. Die Kaiserpfalz zu Goslar ist, so viel mir bekannt, nie technisch abgebildet worden, verdiente es aber sehr, da sie ansehnlich, grofs, ziemlich wohl erhalten und leicht zu restauriren ist. Von der Kaiserburg zu *Gelnhausen* hat *B. Hundeshagen* schätzbare Abbildungen und Beschreibungen herausgegeben; in welchen man nur den Restaurationen nicht unbedingt glauben darf. Von dem Palast des *Theodorich* ist, wenn ich nicht irre, eine kleine, nicht eben gute Abbildung in *Azincourts* „Histoire de l'Architecture par ses monuments" enthalten. Leider ist von diesem Gebäude nicht viel mehr als eine Fronte übrig, von welcher ich eine sorgfältige Abbildung gezeichnet habe, die ich gelegentlich zu veröffentlichen gedenke.

Besonders interessant an diesen Gebäuden ist, dafs sie sich gleichsam gegenseitig restauriren: was an dem einen fehlt, ist noch an dem andern übrig, so dafs alle drei zusammen eine ziemlich vollständige Anschauung von einem mittelalterlichen deutschen Kaiserhause geben; wobei sich denn manche Motive finden, die unsere Zeit näher berühren, als die Tempel-Architektur der Griechen und Römer, oder die wunderliche Baukunst aus der Zeit Ludwig XIV.;

welche verschiedene Bau-Arten in den fürstlichen Schlössern der neuern Zeit vorwalten.

Schon in der spätern altrömischen Architektur, unter den Kaisern, findet sich die Neigung, Wohngebäuden gröfserer Art *zwei Stockwerke* zu geben. Zunächst mochten dazu Bauplätze an Berg-Abhängen Anlafs geben. Man erinnere sich z. B. des bekannten Landhauses in *Pompeji;* und an *Plinius* Beschreibung seiner Villen. Die grofse Villa des Kaiser *Diocletian* zu *Spalatro* in *Dalmatien* war gröfstentheils zweistöckig; nur dafs sich der Architekt bei der Proportionirung und Ausstattung der gröfsern und bedeutenderen Säle und Räume nicht durch das obere Stockwerk hindern liefs, sondern dasselbe nur den mehr casernenartigen (um nicht zu sagen stallartigen) Räumen vorbehielt.

Diese Kaiservilla zu *Spalatro* stammt aus der Zeit des Überganges von der altrömischen Architektur zu der byzantinischen; sie ist selbst ein solcher Übergang.

Diocletian wurde in der Mitte des dritten Jahrhunderts n. Chr. geboren. Es giebt kaum ein für die Geschichte der Baukunst wichtigeres Gebäude des Alterthums, als diesen Palast zu *Spalatro;* und sorgfältige und ausführliche, vor Allem recht eigentlich technische Darstellungen desselben würden nicht allein auf die altrömische, sondern besonders auch auf die byzantinische Bauart, namentlich der Wohngebäude, ein aufserordentliches Licht werfen.

Der ganze, ein grofses Rechteck bedeckende Palast nimmt einen Raum von 9½ englischen Acres [etwa 2800 Quadratruthen oder] (etwa 20 kurhessische Morgen, also den Raum des ganzen Friedrichsplatzes in Cassel) ein, und es soll noch sehr Viel davon erhalten sein. Es scheint, dafs seine Umfassungsmauern noch so weit vorhanden sind, dafs sich leicht durch dieselben ein verschliefsbarer Raum herstellen lassen würde. Wenn man Dies thäte und dann den Reichthum von antiken Fragmenten, die sich gewifs hier beim Aufräumen und Ausgraben finden würden, in den aufgeräumten und zum Theil restaurirten Gebäuden aufstellte, so müfste dies ein architektonisches Museum geben, wie kaum ein gleiches vorhanden ist. Es ist bekannt, dafs, besonders in jener Zeit, die römischen Grofsen den Occident wie den Orient plünderten, um ihre Villen zu bereichern; also ist es mehr als wahrscheinlich, dafs man auch manche Überreste griechischer Bildhauerei und Baukunst aus der besten Periode finden würde. Möchte sich doch einer der Östreichischen, Englischen oder Russischen kunstliebenden Grofsen (z. B. *Demidoff*) dieses hohe Verdienst erwerben: die Mühe würde gewifs reichlich belohnt werden. Dazu liegt *Spalatro*

in dem herrlichsten Clima, auf östreichischem Grund und Boden, den jonischen Inseln nahe, und auch von den südlichen russischen Grenzen nicht sehr entfernt. Es wäre selbst möglich, dafs sich noch so Viel erhalten fände, um den ganzen Palast wieder in wohnbaren und nutzbaren Stand zu setzen, indem man ihn getreu *restaurirte;* wogegen künstlerisch nichts zu erinnern wäre, wenn man nur erst durch getreue Abbildungen das Vogefundene verewigte, worauf man dann immerhin den heutigen Bedürfnissen entsprechende Veränderungen machen könnte. Vielleicht erleichtern die Eisenbahnen die Erfüllung auch *dieses* Wunsches. In Kurzem wird man ja aus den entferntesten Theilen von Deutschland in wenigen Tagen in *Triest* sein können, und von da kann die Überfahrt nach *Spalatro* nicht viel mehr als eine Spazierfahrt sein.

Wegen der entfernten Lage des Palastes zu *Spalatro* ist derselbe in den folgenden Jahrhunderten nur wenigen Bewohnern des Landes bekannt geworden. Es kann also derselbe nicht wohl ein Vorbild europäischer Architektur geworden sein; aber er war gewifs das Nachbild anderer altrömischer Paläste, die nicht mehr existiren, die aber vor funfzehn Jahrhunderten die Glanzpuncte römischer Baupracht ausmachten.

Der Palast war, wie gesagt, *zweistöckig;* die Thürme waren selbst *mehrstöckig.* Die oben genannten Königshäuser waren ebenfalls alle zweistöckig, und ich kann mich keines byzantinischen Wohngebäudes entsinnen, welches nicht *zweistöckig* wäre. Die vielen Klöster von byzantinischer Bauart, im Süden und im Norden, sind alle *zweistöckig.* Es dürfte also in dieser Zeit Regel gewesen sein, alle vorzüglichen, oder irgend bedeutenden Wohngebäude *zweistöckig* zu bauen.

Diese zwei Stockwerke vermehrten sich in der Spitzbogen-Bauart des Mittel-Alters gar bald zu *drei* und selbst *mehreren* Stockwerken. Die venetianischen Wohnhäuser aus jener Zeit sind *gewöhnlich* dreistöckig. Man sollte über diese Stockwerkszahl nicht hinausgehen; aber die Theurung der Bauplätze in grofsen Städten und der Wunsch, in der Nähe gewisser Stellen zu wohnen, z. B. am Marktplatze und dergl., hat in moderner Zeit, wie bekannt, sehr hohe Häuser zur Folge gehabt. In Leipzig ist ein Haus am Marktplatze, welches *sechs* Stockwerke *unter* dem Dache und *fünf* Stockwerke *im* Dache hat. Hierdurch bildete sich die stockwerksweise Bewohnung, und damit eine ganz andere innere Einrichtung aus. Besonders hörten die Häuser des Mittel-Alters bald auf, Inseln für sich, d. h. von allen Seiten von Strafsen oder öffentlichen Zugängen umgeben zu sein; sie wurden in Reihen an einander

gestellt, von denen erst mehrere zusammen Quartiere bildeten. Innere Höfe in so hohen Häusern konnten nur wenig Licht und Luft geben; sie unterblieben also; und damit zerfiel ein grofser Theil der innern Wohnlichkeit und Annehmlichkeit der Häuser.

Es ist zwar sehr wahr, dafs die schönen antiken innern Höfe, so wie sie sich im Süden finden, nicht auf den Norden anwendbar sind. Indem ich mir z. B. ihre Schönheiten vergegenwärtige, sehe ich aus meinem Arbeitszimmer, wo ein guter Ofen (Füll-Ofen) eine Temperatur verbreitet, in welcher auf den Bücherschränken einige blühende und grünende Orangenbäume, bengalische Rosen und Cactus sich wohlbefinden, auf die gefrornen Fenster, vor welchen die Bäume im Garten, bei sechszehn Grad Kälte, mit Reif bedeckt, gar nicht freundlich aussehen; und es wäre in der That sehr übel, wenn ich jetzt, statt durch die wohlverwahrten Fenster, durch eine Thür-Öffnung, mit einem Vorhange, das Licht zum Schreiben erhielte, oder wenn ich auch nur, um aus diesem Zimmer in ein anderes zu kommen, statt über die durch die Wärme russischer Schornsteine temperirten Gänge, ins Schneegestöber hinaus müfste. Allein wir haben auch noch lange nicht so manche Erfindung der neuern Zeit, welche die Alten gar nicht, oder nur unvollkommen kannten, ganz ausgebeutet; z. B. die des Glases, um nordische Wohnungen gegen das Clima zu schützen; die Alten würden es vielleicht besser verstanden haben. Warum sollte nicht ein innerer Hof, mit Glas bedeckt und, so wie die ihn umschliefsenden Gänge, mäfsig geheizt werden können; was nicht einmal ein grofser Luxus sein würde, deshalb, weil dadurch die Heizung der anliegenden Zimmer erleichtert werden würde. Der so erwärmte Raum wäre dann zugleich im Winter ein Pflanzenconservatorium: ein Wintergarten, wo fröhliche Kinder zwischen Blumen spielen könnten, während die Schneestürme des Januars über das Dach brausen.

Wie wunderschön sind nicht oft die innern Höfe in den italienischen *Klöstern*, auf welchen prächtige Orangenbäume duften und Myrthen und Granaten blühen. Man wird sagen, im Norden komme die Vegetation in solchen engumschlossenen Räumen nicht fort; die Pflanzen erblichen und erkrankten (etiolirten). Aber dagegen giebt es ein gutes Mittel. Ich habe ein Höfchen in meinem eigenen Hause, wo eben eine prächtige Anthemis-Flor zu Ende geht, während Camelien, Apalien und Rododendron eine baldige neue Blüthe versprechen. Es ist gar nicht schwer, im Winter in solchen Räumen die Pflanzen frisch und kräftig zu erhalten. Man läfst sie im Frühlinge, Sommer und Herbst, so lange kein Frost zu fürchten ist, im freien Garten, im vollen Genufs von

Luft, Sonne und Regen stehen, und setzt sie im Herbst, sobald es kalt wird, ins Haus; und zwar alle krautartigen Pflanzen, wie z. B. Dalia's, Tropäolen, Pelargonien, Anthemis u. s. w. aus dem Lande, mit Erdballen, in das Land; die Rabatten des Wintergartens, holzartige Pflanzen dagegen, wie Orangen, Camelien, Apalien, Rhododendron, Cypressen, Rosen, bleiben in Töpfen und Kästen. Im Sommer giebt es Gewächse, die einen solchen Ort zieren, z. B. Spaliere von Feigen, die im Lande stehen, wo sie immer bleiben und üppig wachsen.

Ist der innere Hof zu grofs, um mit Glas bedeckt zu werden, so könnten wenigstens die ihn umgebenden Gänge Glasfenster bekommen, an welchen man die Pflanzen und Blumen, die der Hof dann nicht bewahren kann, aufstellen mag, wenn man es nicht vielleicht vorzieht, dem Glase durch Malerei die Bilder zu geben, welche man hier sehen will. Ich fand solche Gänge in Klöstern, wo sie zu Bibliotheken trefflich benutzt waren.

So wie man nun so aus der Nachahmung *antiker* Architektur für moderne Wohnungen manche Verbesserungen schöpfen könnte, würde man auch in den Wohngebäuden des *Mittel-Alters* manches Nachahmungswerthe finden; wenn auch gerade nicht in denen des Nordens, so doch im Süden. In *Venedig* z. B. hat man sich, unter ganz ähnlichen örtlichen Beschränkungen, wie bei uns, ganz verschieden von der Art und Weise der dunkeln alten Städte des Nordens, zu helfen gewufst. Man hatte auch in Venedig an der Strafsenseite gewöhnlich nur schmale Bauplätze; die aber ziemlich tief in die Quartiere hineinreichten. In einer nordischen Stadt hätte man das ganze Haus dicht an die enge Strafse gesetzt und es so tief als möglich gemacht, so dafs in der Mitte übelbeleuchtete Gänge und dunkle Treppen entstanden wären; dahinter hätte man einen kleinen schmutzigen Hof und an demselben, dem Hauptgebäude gegenüber, ein sogenanntes Hinterhaus gebaut, dasselbe durch einen Flügelbau mit dem Vorderhause in Verbindung gebracht und so den Hof noch mehr beschränkt, so dafs man nun weder im Hinterhause, noch im Vorderhause, auch nur ein einziges recht helles Zimmer mit einer guten Aussicht gewonnen hätte. In *Venedig* machte man es anders. Da es unmöglich war, unmittelbar an der Strafse, wenn das Haus die Fronte an derselben ganz einnehmen sollte, angenehme Wohnungen zu erlangen, so war man vor allen Dingen bemüht, einen schönen und hellen Hof auf dem Bauplatze zu gewinnen. Man liefs dashalb das Wohnhaus nur mit einem *Flügel* an die enge Strafse stofsen; den übrigen, gröfseren Raum nahm man zum

Hofe, der nur durch eine, ein Stockwerk hohe Mauer von der Strafse geschieden ward. In dieser Mauer ist eine einfache Thür, welche in einen schönen, dem Quadrat in der Grundform gewöhnlich nahe kommenden Hof führt. In der Mitte dieses Hofes ist regelmäfsig ein Brunnen, zierlich mit behauenen Steinen eingefafst. Der Hof ist gut gepflastert, oder auch wohl mit Steintafeln, oft mit Marmortafeln belegt. Dem Eingange durch die Hofmauer gegenüber ist das Hauptgebäude, von zwei oder drei Stockwerken. Im unteren Stockwerke sind gewöhnlich einige schöne, nach dem Hofe geöffnete Bogenhallen; *links* an dem Hofe ist wieder eine stockwerkhohe Mauer, die ihn von dem Nachbarhofe trennt. An dieser Mauer führt eine vier bis fünf Fufs breite steinerne Freitreppe nach dem oberen Stockwerke. Dieser Seite gegenüber, also *rechts* vom Eingange, befindet sich der Flügel, von dem Hauptgebäude nach der Strafse hin, welcher in jedem Stockwerke einige Zimmer enthält, deren Fenster theils nach der Strafse, theils nach dem Hofe hin gehen. Der Hof stöfst an den Nachbarhof und der Flügelbau an des Nachbars Flügelgebäude, so dafs dadurch die Gebäude den Gewinn von Luft und Licht von *zwei* Höfen geniefsen. Da jedes Haus in Venedig zwei verschiedene Zugänge, einen zu Lande und einen zu Wasser (von den Canälen aus) hat, so bringt die beschriebene Einrichtung zugleich das Hauptgebäude an den mit der Strafse parallel-laufenden und den Bauplatz begränzenden Canal, der gewöhnlich beträchtlich breiter ist, als die Strafse, also auch recht gut Fenster nach ihm hin zuläfst. Da, wo es die Gröfse des Bauplatzes gestattet und wo auf demselben ein grofses Gebäude errichtet werden soll, wird der Hof an allen Seiten ins Gevierte umbauet; wie meistens in den Palästen der venetianischen Grofsen.

Sehr verschieden hiervon ist die Anlage der Landhäuser der reichen Venetianer auf dem *Festlande;* z. B. auf dem Wege von *Mestre* nach *Treviso,* oder von *Fusine* nach *Padua.* Hier, wo man Raum genug hatte, ist das Landhaus mit einer ausgedehnten Fronte längs der breiten, hellen Landstrafse, entweder unmittelbar an derselben, oder in einiger Entfernung von ihr, in schönen Gärten aufgeführt; wie sie zum Theil aus den Werken von *Palladio* und *Scamozzi* bekannt sind.

Doch dies sind schon *moderne* Wohngebäude; und ich möchte gern noch Manches, für die moderne Zeit Nachahmungswerthes aus der Architektur des Mittel-Alters erbeuten; besonders aus ihrer späteren Epoche, nemlich derjenigen der Spitzbogen-Bauart. Leider ist die profane Baukunst dieser Zeit

sehr arm an bedeutenden Denkmälern. Nur in Klöstern ist noch Vieles erhalten, und da dürfte besonders auf die schöne Gestaltung der Capitelsäle, der Sacristeien, kleinen Capellen, Refectorien und der gröfseren Zimmer und Säle, auf ihre mannichfach prächtigen und so leicht nachzuahmenden Überwölbungen, auf ihre sehr verschiedenartig geformten, aber immer zierlichen Fenster, mit durchbrochenen Arbeiten und Glasmalereien, aufmerksam zu machen sein. Es lassen sich hier sehr schöne Motive entnehmen; deren Formen übrigens dem Architekturstyl, zu welchem man sie benutzen will, angepafst werden müfsten. Ein Beispiel eines solchen Klosters ist besonders das zu *Batalha* in *Portugal,* von welchem der englische Architekt *Murphy* das bekannte Prachtwerk „Plans, Elevations, Sections and Views of the Church of Batalha" herausgegeben hat. Ein Grundrifs des Klosters und der Kirche findet sich auch in meiner Übersetzung von „*Murphys* Grundregeln der gothischen Bauart. Leipzig und Darmstadt bei Leske."

An einem oder mehreren, mit schönen Arcaden umgebenen Höfen fehlt es in keinem Kloster jener Zeit.

Die modernen europäischen Wohngebäude, nemlich aus der Zeit von der Wiedergeburt der Künste bis auf die Gegenwart, sind in ihrer innern Einrichtung ungemein verschieden; sowohl nach den verschiedenen Zeit-Epochen, als nach den verschiedenen Gegenden.

In dem modernen italienischen Wohnhause findet man noch immer wesentliche Reminiscenzen des Alterthums. Selbst das kleinere Haus hat gewöhnlich noch seinen innern *Hof;* auch wohl an einer oder mehreren Seiten einige Säulenstellungen. Es giebt unzählige Abbildungen solcher Höfe von grofser Schönheit. Einen sehr schönen Hof, aus der Villa des Papst *Julius III.*, Architektur von *Vignola*, findet man in *Percier* und *Fontaines* „Maisons de plaisance de Rome Taf. 49." Von jener Abgeschlossenheit nach Aufsen ist dagegen keine Spur mehr vorhanden; Fenster nach Aufsen sind da, so viel sich davon nur anbringen liefsen; auch keine Spur von Isolirung einzelner Häuser; man findet sie nur bei gröfseren Palästen. Die Häuser, mit ihrem Zubehör, besonders ihren Gärten, sind vielmehr zu grofsen Häuserquartieren gruppirt, die (mit Ausnahme von *Venedig*) gröfstentheils von ziemlich breiten und hellen Strafsen umgeben sind. Nur die Landhäuser stehen, wie schon gesagt, nie in Reihe und Glied dicht an einander, sondern isolirt und von Gärten umgeben. Sodann haben alle italienischen Wohnhäuser aus der neuern Zeit mehrere Stockwerke; gewöhnlich *drei,* die zur Wohnung mehrerer Fa-

milien eingerichtet sind. Dieses und die dazu nöthige geräumige Treppe geben dann aber ganz andere innere Einrichtungen.

Das Vestibulum, oder die Hausflur, ist von der antiken Einrichtung übrig geblieben. Diese Flur ist wohl als ein, in allen Zeiten, bei allen europäischen Völkern gebräuchlicher Haustheil zu betrachten. Dann kommt die für jede innere Einrichtung vorherrschende Nothwendigkeit, in jedem Stockwerke eine unmittelbare und bequeme Verbindung mit den einzelnen Zimmern zu haben. Diese Verbindung wird in Italien in den gröfsern Häusern durch meistens offene Säulen- und Arcadengänge um die inneren Höfe erlangt. Schon das mittelalterliche Wohnhaus hatte die Zuthat eines Gebäudetheils, der zwar bei dem antiken Hause nicht gänzlich fehlt, aber dort nur in geringen Maafsen vorkommt, nemlich den *Keller;* und das moderne italienische Wohnhaus hat häufig sogar Keller unter Kellern; die untern Keller, die im Sommer sehr kühl sind, werden *Grotten* genannt. Characteristisch ist es an dem italienischen Wohnhause, dafs immer alle äufsern und innern Wände ganz von Stein sind. In gröfseren und prächtigeren Gebäuden sind oft, besonders in den untern Stockwerken, die Decken mit Steinen überwölbt. Sodann sucht man noch durch etwas sehr Nachahmungswerthes diese südlichen Wohnungen zu verzieren, nemlich durch Anpflanzung von Gewächsen, welche sie auf eine anmuthige und nicht kostspielige Weise verschönern. Man glaubt es kaum, welchen heitern Anblick eine Weinlaube auf einer kleinen Terrasse, einige Orangenbäume in Kübeln, ein kleiner, mit Oleandern, Myrthen, Caccien und Wasserpflanzen gezierter Springbrunnen u. dergl. dem Hofe oder den inneren Räumen eines italienischen Wohnhauses geben. Freilich sind dergleichen Verzierungen unter einer südlichen Sonne, deren Licht und Wärme Alles durchdringt, leichter möglich, als im neblichten Norden, der keinen italienischen Juni und Juli, dagegen aber einen deutschen December und Januar hat.

Der italienische Architekt ist immer sehr bedacht, die schönsten *Aussichten,* die ein Bauplatz gewährt, zu benutzen. In *Rom* hat fast jedes Haus eine sogenannte *Loggia:* das heifst, ein gröfseres oder kleineres *Belvedere* oben auf dem Dache. Auch haben wohl die Häuser, an Stellen, wo die Aussicht besonders schön ist, einige Arcaden, oder eine Säulenhalle. In der Sammlung von Denkmälern und Verzierungen der Baukunst in *Rom,* von *Gutensohn* und *Thürmer,* giebt die schöne Ansicht (und Aussicht) der dritten Loggiengalerie im *Vatican* (im ersten Hefte) eine Vorstellung davon.

Das gewöhnlichste italienische Wohnhaus, dessen jedes Stockwerk für

eine Familie bestimmt ist, hat eine diesem Zwecke entsprechende Zimmer-Einrichtung, die sonst nichts Aufserordentliches darbietet. Es wechseln Zimmer von einem und von zwei Fenstern in der Fronte. Das bessere Haus dagegen, welches ganz nur von *einer* Familie bewohnt wird und öfters deren Majorat ist, also Jahrhunderte lang in ihrem Besitz bleibt, hat einige Eigenthümlichkeiten, die sich darauf beziehen. Zu denselben gehört besonders der *gröfsere Saal,* welcher gewöhnlich eine Treppe hoch und unmittelbar an der schönen Haupttreppe liegt, und der in jedem Betracht das Ansehn, den Ruhm und den Wohlstand der Familie repräsentirt. Öfters ist er, um eine schöne Wölbung, und überhaupt eine grofsartige Architektur zu erlangen, mehrere Stockwerke hoch, mit Frescogemälden und Bildhauer-Arbeiten geziert; und überhaupt ist in demselben die innere architektonische Schönheit des Hauses gleichsam concentrirt. Als ein Beispiel eines solchen Saales ist derjenige im Palast *Barberini* zu *Rom,* Architektur von *Bernini,* zu nennen. Eine Abbildung davon ist mir nicht bekannt. Schöne Säle finden sich selbst in kleineren Häusern; z. B. in dem Hause von *Giulio Romano* in *Mantua.*

Eine andere Eigenthümlichkeit gehört schon mehr den gröfseren Häusern oder Palästen, besonders denen an, welche mit der Rückseite an einem Garten stehen: nemlich die sogenannte *salla terrena.* Diese ist ein Saal im untern Stockwerk, der unmittelbar mit dem Garten in Verbindung steht und von demselben aus zugänglich ist, und zwar so, dafs er nicht einmal durch Thüren und Fenster, sondern nur durch offene Arcaden und Säulenstellungen von demselben abgesondert ist. Dieses ist ein Ort des heitersten Aufenthalts, wo man Feste aller Art feiern, den man mit Kunstwerken, besonders mit plastischen, reichlich besetzen kann, und der die heiterste Beleuchtung am Tage hat und der schönsten Beleuchtung am Abend fähig ist. Freilich ist dies Alles auf das südliche Clima berechnet; im Winter wenigstens würde man im Norden nicht viel Nutzen davon haben. Eine sehr schöne *salla terrena* befindet sich in der *Villa Medici* zu *Rom,* und eine sehr gute Abbildung davon in den oben erwähnten „Maisons de plaisance de Rome" auf der elften Tafel. In den Schlössern der *böhmischen* Grofsen findet man, aufser manchen andern Nachahmungen der italienischen Bauart, auch die dieser Gartensäle. Ich sah einen solchen Saal unter andern in dem *Wallenstein*schen Palast in *Prag,* und zwar in *colossalen* Verhältnissen. Seltsam genug kommen die italienischen Nachahmungen auf *diese* Weise in Deutschland häufig vor, und werden dadurch oft unpractisch. Indessen mag es lebhaft und prächtig genug

gewesen sein, wenn hier der berühmte *Herzog von Friedland* an kühlen Sommer-Abenden in der erleuchteten Halle mit seinen Generalen beim Gelage safs.

Noch dürfte einer fast in ganz Italien allgemeinen Einrichtung der kleineren und älteren *Gasthäuser* zu gedenken sein, die sich auch schon in den mittelalterlichen Wohnhäusern des Landes vorherrschend zeigt und die für Gasthäuser in der That besonders bequem ist. Sie besteht darin, dafs in jedem Stockwerke ein gröfserer Saal ist, der den Zugang und Vereinigungspunct von vier oder sechs an ihm zu beiden Seiten liegenden Zellen bildet, in welchen die Reisenden eigentlich *wohnen*. Die Zellen sind bestimmt, um in denselben zu schlafen, sich anzukleiden und sich zu isoliren: in dem Saal aber wird gegessen, und in demselben versammelt sich die Gesellschaft. Der Saal hat seine Fenster nach der besten Aussichtsseite; nach der Strafse, wenn es eine breite Hauptstrafse ist; sonst nach dem Garten und dem Hofe.

Die grofse Aufmerksamkeit auf die Lage nach den Weltgegenden, welche *Vitruv* für die innern Wohnräume empfiehlt, findet sich in den italienischen Wohnhäusern der Städte nicht beobachtet. Man wird aber auch nur zu oft daran erinnert, dafs sie nichts Überflüssiges sei; denn z. B. die Zimmer, welche ganz der Sonne ausgesetzt sind, können im Sommer zum Schlafen kaum benutzt werden, während diejenigen, welche gar keine Sonne haben, schädlich kühl und ungesund sind.

Während so in der Bauart der italienischen Wohnhäuser neuerer Zeit noch manches Übereinstimmende und Normale vorkommt, findet man sich in Verlegenheit, wenn man Dergleichen in den neuern Wohngebäuden der andern europäischen Nationen aufsuchen soll; namentlich bei den Franzosen, Engländern und Deutschen. Welche ungeheuere Verschiedenheit ist hier zwischen der Hütte des armen Mannes und dem Palaste des Reichen, und welche zahllosen Abstufungen liegen zwischen denselben! Sodann: welche Verschiedenheit der Bauart bei einem und demselben Volke, in einer und derselben Stadt! Der reiche Engländer, der in Italien war, will die Architektur von *Palladio* in dem Palaste wiedersehen, den er sich nach der Rückkehr von seinen Reisen erbaut. Ein Anderer, der in *Indien* war und von dort Reminiscenzen mitbrachte, will dieselben auf seine Wohnung übertragen und in prächtigen Treibhäusern indische Pflanzenpracht um sich sehen. Ein Dritter, mehr idyllischen Gemüths, schwärmt für die *Schweiz* und die Gebirgsländer; ihm kann nur Alphüttenbauart (cottage-architecture) gefallen. Der Vierte war am liebsten

in ***Paris;*** er will die Zimmer und Säle nachgeahmt sehen, in denen er sich dort gefiel; nicht bemerkend, dafs der Franzose, der sie baute, dabei vielleicht gerade ***englische*** Vorbilder im Auge hatte. Noch ein Anderer ist begeistert für die Architektur des Mittel-Alters; ihm müssen Säle und Hallen im Spitzbogenstyle erbaut werden. Am stärksten sind solche Gegensätze eben in ***England;*** aber mehr oder weniger sind sie auch in ***Deutschland*** und ***Frankreich*** zu finden. Der gebildete Bauherr in diesen Ländern, der einen unterrichteten Architekten zu Hülfe zieht, benutzt die jetzige Literatur der Baukunst und durch sie das verschiedene Interessante aller Zeiten und Völker. Vielleicht mehr, als irgend wo anders, geschieht Dies von dem deutschen Bauherrn; während er freilich gewöhnlich beschränktere Mittel hat, als der Engländer; weshalb denn auch die englische Architektur in der neuesten Zeit durch ihre zahlreichen und bedeutenden Productionen und ihre höchst ausgezeichnete Bauliteratur einen entschiedenen Einflufs auf die Bauart aller Nationen, selbst aufserhalb Europa, gewonnen hat. Erfreulich dürfte es übrigens sein, dafs ein solcher Einflufs in gegenwärtiger Zeit nicht mehr so sehr vorherrscht, dafs er eine selbstständige Entwickelung des guten Geschmacks ganz unterdrücken könnte. Der Einflufs der ***Mode*** dürfte nicht mehr so tyrannisch sein, wie früher; besonders als er von Frankreich ausging; welches Land dabei gar sehr seinen Vortheil fand, weil es nicht nur die Mode, sondern auch die Mode-Artikel selbst fabricirte, so dafs durch seine Moden auch seine Fabriken und Manufacturen blüheten. Dieses hatte auch recht gut die vorige französische Regierung begriffen, als ***Ludwig Philipp*** die Architektur Ludwig XIV., welche einst die ***europäische*** Mode war, unter dem Namen ***Rococo*** wieder hervorzurufen suchte. Glücklicherweise gelang dies irrige Bemühen nicht. Den Franzosen, wenigstens dem alten Adel, mochte wohl die Vergegenwärtigung der Zeiten Ludwigs des ***Grofsen,*** wie sie den vierzehnten Ludwig genannt wissen wollten, schmeicheln: Engländer und Deutsche haben aber eben keine angenehmen Erinnerungen von seinem Zeitalter. Auch die deutschen und englischen Künstler sind nicht mehr, was sie damals waren; sie haben aufgehört blofse Nachahmer zu sein, und haben gelernt, geistvoll und unterrichtet wie sie es sind, Etwas aus sich selbst zu entwickeln.

Vor allen müssen die Deutschen dem verstorbenen ***Schinkel*** in Berlin Dank wissen, dafs er sein Genie, kräftigst unterstützt von geistreichen Fürsten und Grofsen, dazu anwendete, dem Andrange des erneuerten französischen Perrückenstyls kräftigen Widerstand zu leisten. Viel hat auch König ***Ludwig***

von Bayern, mit seinen ausgezeichneten Architekten, hier Gutes gewirkt. Man hat uns Rococo-Tassen, Rococo-Bilderrahmen, Rococo-Roben, Rococo-Mobilien u. s. w. aus Frankreich gesendet; aber weiter hat man es auch nicht bringen können. In Berlin, in München, ist, so viel ich weifs, kein einziges ***Rococo-Gebäude*** errichtet worden; und geschah es etwa in dem einen oder dem andern kleineren Staate, dafs ein Architekt seine Zeit nicht begriff, sondern jetzt noch ein Verdienst darin zu finden glaubte, vielleicht einer der Ersten zu sein, der sich wieder unter das alte Joch französischer Mode beugte, so hat er nur den Lachern Stoff gegeben. Kaum nach einem Jahrzehnd wird Jemand noch daran denken, weiter in diese Fufstapfen zu treten; wenn auch französische Diplomaten, die gewifs gescheit genug waren, dergleichen deutsche Irrthümer von Herzen zu belachen, äufserlich dieselben bis in den Himmel erhoben.

Ein Anderes ist es mit dem sogenannten Styl der ***Renaissance,*** zu welchem man im Allgemeinen in der Bauart aller civilisirten Länder eine Neigung aufkommen sieht; die auch in Frankreich nicht fehlt, aber doch wohl nicht von da ausgegangen ist, vielmehr wohl darin ihren Ursprung hat, dafs die Nachahmung der antiken Baukunst, namentlich ihrer Ornamentirung, auf die Weise, wie sie von den französischen Architekten ***Percier, Normand*** u. A. eingeführt war, eine gewisse Kälte und Geistes-Armuth verrieth (womit ich übrigens den grofsen Talenten dieser Männer nicht zu nahe treten will), man sich also nach etwas Interessanterem sehnte, welches nicht allein das Auge, sondern auch den innern Sinn in Anspruch nähme. Dies fand man in der ***Renaissance.***

Aber was ist ***Renaissance?*** Die Franzosen verstehen darunter am liebsten den Zustand der Künste in Frankreich zur Zeit ***Franz I.***, und ihr Koryphäe ist ***Benvenuto Cellini;*** den auch wir sehr hochachten, dessen Nachahmung sie aber gewöhnlich wieder zu dem Rococo verleitet, da sie nur die Form, nicht den Geist dieses genialen Künstlers durchdringen. In Deutschland versteht man unter „Wiedergeburt der Künste", wie ich glaube, allgemein, die Periode ***Raphaels*** und seiner Schule, welche nicht blofs in der Malerei, sondern auch in der Baukunst und Bildhauerei schönere Blüthen und Früchte erzeugte. Wir richten uns nach dem ***Geist*** der Werke, die sie so zahlreich hervorbrachte, und kümmern uns nicht darum, ob man in Frankreich Dasselbe unter ***Renaissance*** versteht und den gleichen Weg einschlägt.

Ist nun im Allgemeinen auch anzunehmen, dafs sich die Bauart der

Deutschen, Engländer, Franzosen, so wie anderer civilisirter Völker, jetzt nicht mehr streng von einander unterscheidet und dafs vielmehr die Baukunst unserer Zeit das Eigenthum aller gebildeten Völker geworden ist, so giebt es doch immer noch Eigenthümlichkeiten der Bauart der verschiedenen Nationen, deren ich einiger, die in Beziehung auf die innere Einrichtung der Gebäude Beachtung, wenn auch nicht immer directe Nachahmung verdienen, gedenken will.

Wenn man in *London* die neuesten und schönsten Theile der Stadt sehen will, mufs man, glaube ich, nach dem *Regentspark* und seinen nächsten Angrenzungen blicken. Hier findet sich eine bedeutende Zahl grofser, prächtiger Gebäude, die, nach ihrer grofsartigen Verzierung mit colossalen Säulenstellungen und Gliederungen zu urtheilen, Schlösser, oder doch Gebäude für grofse öffentliche Zwecke zu sein scheinen. Betrachtet man sie aber näher, so widerspricht Dem schon Manches in der äufsern Erscheinung. Thüren und Fenster z. B. haben nur die Gröfse derer in Privatwohnungen; in den untern Stockwerken sind Kaufläden, und die Zeichen der Art der Benutzung des Innern deutet nicht auf öffentliche Zwecke. Man glaubt fast, socialistische Phalansterien oder Dergleichen zu finden. Und in der That giebt es hier auch etwas Verwandtes. Ein solches Gebäude hat 50 und mehr Fenster in der Front und ist drei bis vier Stockwerke hoch. Tritt man aber in den Palast, um die innere Einrichtung zu sehen, so findet man nicht ein einzelnes Gebäude, sondern eine Zusammenstellung vieler schmaler Wohnhäuser, die in eine übereinstimmende architektonische Anordnung gebracht sind: mit einem Wort, man findet die englische Erfindung unseres Jahrhunderts, welche man *terraces* nennt. Jedes einzelne Haus, gewöhnlich nur drei Fenster breit, auch wohl vier oder fünf Fenster, ist von dem andern völlig abgesondert, hat seine eigene Hausthüre, seine eigene Treppe, öfters auch an der Rückseite ein eigenes kleines Flügelgebäude; die Einrichtung jedes Hauses ist gewöhnlich auf nur eine Familie berechnet. Ich habe oft mit mir selbst gestritten, ob ich diese Bauart loben, oder tadeln soll. Es ist nicht zu leugnen, dafs damit eine Menge Vortheile für den Erbauer verbunden sind, die es ihm möglich machen, wohlfeiler und dennoch besser zu bauen. Einmal spart jedes Haus eine Scheidewand. Sodann werden viele Bequemlichkeiten, die ein isolirtes Haus nur mit mehreren Kosten erwerben kann, z. B. Wasserleitungen, Abzugscanäle, Leuchtgas-Apparate u. s. w. durch die Vertheilung auf viele Häuser minder kostspielig. Ferner kann man alle Theile des Hauses, wenn man sie hundertfach, statt in geringer Zahl machen läfst, wohlfeiler haben; z. B. Thüren,

Fenster, mit ihren Beschlägen und Verglasungen, Öfen etc.; eben so die Baumaterialien. Dabei wohnt der Besitzer, von Aufsen angesehen, so prächtig wie ein Kaiser oder König. Aber das Letztere ist es eben, was mir mifsfällt: denn diese äufsere Pracht ist doch nur Schein im Verhältnifs zu der inneren Einrichtung, welche sehr einfach bürgerlich, fast kärglich sein mag; und dann nimmt diese äufsere Pracht doch auch wieder einen beträchtlichen Theil der anderen Ersparungen hinweg. Und wozu nützen diese zwei Stockwerke hohen jonischen oder corinthischen *Säulen* vor den Fenstern einfach-bürgerlicher Wohnzimmer, denen sie nur das Licht und die Aussicht nehmen? Diese unpassende theure Pracht dürfte also zu tadeln, die übrige Vereinigung aber zeitgemäfs und lobenswerth sein. Es ist indessen wohl angemessen, dafs die innere Zusammenstellung nicht durch die Aufsenseite allzu ängstlich versteckt werde. Mache man also doch eine Gruppirung vieler kleiner Häuser zu einem architektonischen geschmackvollen Ganzen; aber ohne Ostentation: die wirklichen Vortheile sind auch so zu erreichen.

Eine andere Art von Wohnhauszusammenstellungen, welche zu einer sehr modernen Liebhaberei, und nicht blofs in England geworden zu sein scheint, ist, an einer andern Seite des Regentsparks, das sogenannte ***Parkdorf*** (Parc village). Dies ist eine Reihe ländlicher Wohnungen, welche, jede für sich, in kleinen anmuthigen Gärten, zwischen Lauben und Blüthengesträuchen, von allen Seiten in der heitersten Lage Licht und Luft erhalten: keine steife oder pedantische Architektur, sondern die anmuthige, bescheidene des kleineren italienischen Landhauses; und dazu eine innere Einrichtung, die nach allen Arten von Bequemlichkeiten (comforts) strebt.

Diesen stadtnahen Landhäusern (villae suburbanae), welche schon die alten Römer kannten und liebten, Ähnliches, finden wir jetzt in oder bei fast allen grofsen Städten der civilisirten Völker. Diese Wohnungen, welche die Vortheile des städtischen Aufenthalts mit denen des Landlebens vereinigen, sind um ***Paris,*** wie um ***London,*** häufig. Sehr früh hatte man sie schon um ***Frankfurt a. M.*** Das neue ***Hamburg*** hat sie, in näherer und weiterer Zusammenstellung. Besonders aber hat ***Berlin*** darin neuerdings Ausgezeichnetes geleistet; denn hier wurden die Leistungen ausgezeichneter Architekten durch das Genie eines Gartenkünstlers, der es verstand, Gebäude durch Pflanzen und Gesträuche auf das Anmuthigste zu verzieren, unterstützt. Wer die neuen Strafsen von ***Berlin,*** vor dem Potsdamer Thore, ich meine die Potsdamer-

Strafsc, die Bellevue-Strafse, die Lenné-Strafse, die Thiergarten-Strafse u. a. gesehen hat, wird mir Recht geben.

Dieses ist nach meiner Ansicht der rechte Weg, den die Bauart der Städte einschlagen mufs, um die alten Fesseln fortificatorischer Beschränkungen, die für die grofsen offenen Städte der Neuzeit keine Bedeutung mehr haben, zu sprengen und in den bürgerlichen Wohnungen Wohlbefinden aller Art, architektonische Schönheit und Zweckmäfsigkeit zu erlangen und zu fördern.

Cassel in Hessen, im Januar 1849.

2.

Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2., 6. und 8. im 13ten, No. 1., 7., 8. und 12. im 14ten, No. 1., 9., 11. und 15. im 15ten, No 10. im 16ten, No. 3., 5. und 10. im 17ten, No. 4. im 18ten, No. 2. im 20ten, No. 9. im 22ten, No. 1., 9. und 13. im 25ten, No. 2. und 12. im 26ten, No. 3. und 10. im 27ten Bande.)

Fassen wir die einzelnen Bemerkungen bei den Bauwerken der zweiten Periode zusammen, so finden wir zunächst allerdings einen eigenthümlich *englischen* Baustyl, der mit dem ältern *normannischen* zwar vermischt und verwandt ist, der aber doch auch wieder nicht allein durch den Spitzbogen, sondern auch anderweit wesentlich davon abweicht. Zunächst hat er eine Eigenthümlichkeit in der Grundgestaltung: die Kirchen sind lang gedehnte Oblongen, mit bedeutend vortretenden, oft doppelten Querschiffen; so dafs die symbolische Kreuzform verloren geht: der Chor ist nicht vielseitig, sondern gerade geschlossen, und häufig ist die sogenannte Lady-Capelle angehängt: aus der normannischen Bauart ist der Mittelthurm mit herübergenommen: die westlichen Thürme fehlen entweder ganz, oder sind doch dem Mittelthurme sehr untergeordnet. Die Thürme haben niemals (mit der einzigen Ausnahme des Mittelthurms der *Cathedrale zu Salisbury*) den achteckigen Aufsatz, der in Deutschland fast nie fehlt, weshalb sich dann auch die achteckige Thurmspitze, wo eine solche vorhanden ist, nicht in einen recht organischen Zusammenhang mit dem Thurme setzt: an den spätern Thürmen fehlt die Spitze ganz, und der Thurm ist statt dessen wagerecht geschlossen und hat die völlig unpassenden Zinnen; welche auch nicht selten an den Dachrändern der Kirche gefunden werden. Im Innern weichen die überplumpen Säulen auf einmal den zerbrechlichen Säulenbündeln, oder eigentlich Rundstabbündeln, welche anfänglich förmlich isolirt stehende Rundstäbe sind, und entweder einen freien Raum einschliefsen (vermuthlich, obwohl der Übergang sich nicht nachweisen läfst,

eine Nachbildung arabischer Bauart), oder die sich, isolirt stehend, um einen festen Kern reihen, später an diesen anliegen, nie aber mit ihm so zu einer Masse verschmolzen sind, wie etwa bei den gegliederten Pfeilern in deutschen Kirchen. Eben so wenig steigen die Rundstäbe der obern Gurtträger organisch aus dem Pfeiler auf; sie stehen gewöhnlich auf besondern Kragsteinen, welche aus dem Gesimse vortreten. Die Fensterdurchbrechungen haben selten jene schönen und constructionellen Rundformen, welche, mit leichter, elastischer Spannung, den Hauptbogen zu unterstützen, oder vielmehr sich unter einander und unter der Last des Bogens festzuhalten scheinen; sie haben, selbst an ziemlich späten Bauwerken, noch die ältere romanische Form von Steintafeln, in welche willkürlich Kleeblätter und Kreise durchgehauen sind; oder sie sind aus lauter, mit dem Hauptbogen parallel laufenden, segmentförmigen und sich durchschneidenden Stäben gebildet; oder endlich, die lothrechten Stöcke stofsen, von willkürlichen Verschlingungen durchflochten, stumpf unter den Spitzbogen. Das Äufsere, namentlich der Thürme, hat überall glatte Flächen, welche überreich, aber willkürlich und höchst nüchtern von oben bis unten mit Stabwerk besetzt sind; nirgend sieht man den oft so schönen und natürlich vermittelten Übergang von der einen Grundform in die andre, wie an den bessern deutschen Kirchen; nirgend das organische Emporwachsen und Lostrennen einzelner Spitzpfeiler aus der Hauptmasse; selten die in Deutschland so häufigen Endigungen in schlanke Thürmchen, und die so reizende Blumenbekrönung.

Es wird sich demnach keinesweges behaupten lassen, dafs Das, was im Baustyl der Engländer eigenthümlich genannt werden mufs, germanisch sei; noch dafs die einzelnen germanischen Formen darin ihm eigenthümlich wären. Zwar müssen wir, um billig zu sein, bemerken, dafs wir früher eine ähnliche Form, wie die der Cathedrale zu *Salisbury,* d. h. eine Kirche mit hoch emporsteigendem Mittelthurm und mit untergeordneten Thürmen, als starke Eckpfeiler, zur Andeutung und Hervorhebung des Einganges, als diejenige Form bezeichnet haben, welche die Bedeutung einer christlichen Kirche am deutlichsten ausspreche, mithin dem germanischen Baustyl am angemessensten sei: mag indefs auch zugegeben werden, dafs eine Idee, wie wir sie oben in (§. 155.) entwickelten, dem Baumeister jener Cathedrale dunkel vorschwebte und dafs er deshalb die westlichen Thürme nur als Eckpfeiler gestaltete, dem Mittelthurme dagegen eine sehr bedeutende Höhe und steile Spitze gab (vorausgesetzt, dafs der jetzige Thurm der ursprüngliche sei): so wäre doch diese Auffassung des dem germanischen Style zum Grunde liegenden Gedankens immer nur eine

sehr vorübergehende Erscheinung gewesen, welche ohne weitere Folge blieb; wie es noch im höhern Grade und viel früher bei der *Sophienkirche* zu Constantinopel der Fall war.

Aus dem historischen Gesichtspunct ist es bis jetzt allerdings nicht erklärlich, wie die englischen Baumeister zu einer so abweichenden Grundgestalt der Kirchen kamen. Wenn man die unpassende Krönung der Thürme und Kirchen mit Zinnen und andere Umstände damit zusammenhält, so kommt man leicht auf die Vermuthung, dafs, wie auch *Kugler* annimmt, die Engländer schon damals, wie später, abweichend von den übrigen christlichen Nationen, mehr die Kunst des *Palastbaues* als die Ausbildung des *Kirchenstyls* im Auge hatten; wie wir denn auch wirklich in der Normandie eine ausgebildete *Palast-Architectur* fanden. Den erobernden Normannen dürfte eine solche Neigung, die in dem neubesiegten England und in dem lange fortdauernden Kampfe mit den Sachsen immer frische Nahrung fand, wohl zuzutrauen sein. Es wäre dann erklärlich, dafs sie den inneren Geist des ächt germanischen Kirchenbaustyls, der ihnen noch dazu, zunächst aus Frankreich, in einem verstümmelten Zustande und dann später aus Deutschland in reinerer Gestalt (wie bei dem Schiff der Kirche zu *York*) zugekommen zu sein scheint, nicht rein aufzufassen vermochten.

Von der weitern Entwicklung des germanischen Baustyls in England giebt das *Schiff des Yorker Doms* das erste, und zugleich das einzige Beispiel einer reinen Anordnung. Wie überall, wurde auch hier die Architectur zwar immer reicher und reicher, aber die characteristischen Eigenschaften des Styls werden auch immer mehr und mehr durch Willkür und Überladung verdunkelt und verdrängt. Jener Neigung zur Ausbildung des *Palastbaustyls* mag es zuzuschreiben sein, dafs bei den spätern Kirchen, dem ursprünglichen Grundprincipe des germanischen Baustyls entgegen, die Verhältnisse immer breiter und gespreizter wurden; als wovon die Cathedrale von *Bath*, aus dem Anfang des XVI. Jahrhunderts (ihrer grofsen Fenster wegen die Laterne von England genannt), ein deutliches Beispiel giebt.

Die arabische Baukunst war, wie wir sahen, eine blofse Verzierungskunst. Dies konnte bei ihrer Einwirkung auf die romanische Bauart der Normannen nicht ohne Einflufs bleiben, und so erklärt sich die Vorliebe der Engländer für reiche Verzierungen, die mit ihrer vorausgesetzten Vorliebe für den Palastbau übereinstimmte, und auf doppelte Weise wirkte. So behielt denn selbst die ausgeartete germanische Baukunst in England eine gewisse Eleganz.

Namentlich bildete sich der Gewölbebau in dem freischwebenden Zackenwerk der Bögen und, weniger lobenswerth, in den reichen Sterngewölben, mit zahlreichen, fächerartig auseinander laufenden Rippen, so wie in den in leichten Formen herabhängenden Schlufssteinen aufs zierlichste und eleganteste aus. Ein frühes Beispiel davon ist der Kreuzgang der Cathedrale von *Gloucester* (1381). Das Edelste dieser Art findet sich in der Capelle des Kings-College in *Cambridge* (1441—1530). Äufserlich ist diese Capelle von einfach oblonger Form. An den Ecken hat sie verjüngte, achteckige, mit Rundstäben eingefafste, mit vielen Gesimsen umgürtete und oben kuppelförmig geschlossene Eckthürmchen; die Fronte hat schlanke Pfeiler, welche oben als Thürmchen frei emporsteigen, in schmale Felder getheilt und gleichmäfsig aufs reichste, nur freilich nichts weniger als germanisch verziert sind. Das prachtvollste Beispiel giebt die gleichzeitige Begräbnifs-Capelle Heinrich VII. am *Westminster Dome*.

Nächst den künstichen Gewölben zeigt uns auch England eine Construction mittelalterlicher hölzerner Decken mit künstlichen und brillant decorirten Hängewerken, vorzugsweise an profanen Gebäuden, von einer Art, wie sie in keinem andern Lande gefunden werden dürften.

§. 182.

Der germanische Baustyl in der pyrenäischen Halb-Insel.

Wegen des unverkennbaren Einflusses, den im Allgemeinen die Kunst der Araber auf das Entstehen des germanischen Baustyls gehabt hat, würde es von wesentlichem Interesse sein, die gegenseitige Durchbildung der maurischen und der germanischen Kunst in Spanien ermitteln und verfolgen zu können. Leider aber fehlt es uns dazu noch zu sehr an einer genauen Bekanntschaft mit den Monumenten; wir müssen uns meistens auf Vermuthungen beschränken, wie sie sich aus den wenigen näher bekannt gewordenen Thatsachen ergeben. In dem Sinne, wie wir die Nothwendigkeit der arabischen Einwirkung und die einzige wahrhaft förderliche Art und Weise derselben früher auffafsten, dafs nämlich eine zu frühzeitige Vermischung morgen- und abendländischer Formen nicht zu einem erfreulichen Ziele führte und führen konnte, dafs der germanische Baustyl mit seinem scharf bestimmten, allen bisherigen Bau-Arten zuwiderlaufenden Grundprincip und seinem kirchlichen Ernst aus einer Nachbildung der zwar lieblichen, aber überschwenglich phantastischen und spielenden arabischen Architectur, dafs überhaupt ein eigentlicher *Baustyl*

aus den statisch bedeutungslosen Formen derselben nimmermehr hervorgehen konnte und dafs es hauptsächlich nur die durch Bekanntschaft mit arabischer Bildung und Kunst hervorgerufene allgemeine *geistige* Erregung war, welche dem germanischen Baustyl seine plötzliche Entstehung gab, dürfen wir nicht erwarten, dafs Spanien, sich selbst überlassen, zu einem ausgebildeten christlichen Baustyl gelangt sein würde. Andrerseits ist zu erwägen, dafs sich die Verhältnisse nirgend so günstig zur gegenseitigen Durchdringung der christlichen und arabischen Kunst gestalteten, als in Spanien; wo in der ganzen Zeit, vom zwölften bis zum Ende des funfzehnten Jahrhunderts, abwechselnder Kampf und friedlicher Verkehr beide Völker in die innigste Berührung brachten und dieserhalb auch die arabische Cultur, reicher als in allen andern muhamedanischen Ländern sich entfaltend, eine lebhafte Färbung christlicher Sitte annahm, während umgekehrt die Einwirkung der geistig höher stehenden arabischen Bildung auf die christliche gewifs war. So fanden wir denn schon in dem romanischen Baustyl der Spanier einen arabischen Anklang, während sich die spanisch-maurische Architectur zwar äufserst reich und geistvoll entfaltete, aber weniger phantastisch zeigte, und namentlich den romanischen Rundbogen als Hauptbogenform annahm, den Spitzbogen aber, welcher in den sicilisch-arabischen Bauwerken fast ausschliefslich vorkommt, nur selten benutzte. Da demungeachtet der Spitzbogen und der germanische Baustyl an den Kirchen aus dem dreizehnten Jahrhundert in reiner Gestalt sich zeigt, so ist nicht zu zweifeln, dafs er vom christlichen Auslande eingeführt wurde: eine Annahme, die um so wahrscheinlicher wird, da andere gleichzeitige Kirchen, in ihrer schwerfälligen und wunderlichen Gestalt, offenbar unbeholfene Nachbildungen jener Kirchen sind. Wir dürfen auch nicht erst fragen, woher der Einflufs gekommen; denn wir haben von mehreren der schönsten Kirchen die bestimmte Nachricht, dafs sie von *deutschen* Baumeistern errichtet wurden. Wenden wir uns nun zu den Monumenten.

Die *Cathedrale* zu *Barcelona*, mit einem glänzenden Äufsern, soll 1217 gegründet sein. Die westliche Vorlage, nebst den Thürmen, ist durch die Meister *Johann* und *Simon von Cöln* 1442 gebaut. Die beiden Thürme haben durchbrochene achteckige Aufsätze, welche aber stumpf auf dem Unterbau aufstehn und auch sonst noch manche andere Ähnlichkeit mit dem Münster zu Strafsburg haben. Der hier sich aussprechende Anklang an französische Formen, den wir schon am Strafsburger Münster tadelten, kann, namentlich für deutsche Baumeister, nicht gebilligt werden; indefs ist er um jene Zeit

kaum befremdend, zumal bei den Rheinländern, die sich, in der unmittelbaren Nähe Frankreichs, auch wohl in der Heimath solche Neuerungssünden zu Schulden kommen liefsen.

Ein anderes Bauwerk, dessen Entwurf man noch mehr deutschen Meistern zuschreiben möchte, ist die *Cathedrale* von *Burgos* (angeblich 1299, sicher aber später erbaut). Reich gruppirt steigt das Gebäude mit zwei hohen westlichen Thürmen und einem Mittelthurme empor. Die westlichen Thürme haben starke Eckpfeiler, aus welchen sich, nach ächt germanischer Art, unzählige frei aufsteigende Spitzen ablösen. Die Thürme haben keine achteckigen Aufsätze, aber steile, reich durchbrochene achtseitige Spitzen und sind mit Stabwerk, mit scheinbaren und wirklichen Durchbrechungen, mit Giebeln, Bilderblenden, Baldachinen, Thürmchen, Blumenwerk und Statuen reich geschmückt. So hat die Architectur hier einen krausen, aber kräftigen Character bekommen. Die Gesimse umschliefsen zwar die Pfeiler, herrschen aber nicht vor. Die grofsentheils gekuppelten Fenster und Durchsichten geben den Thürmen viel Ausdruck von Kraft und Kühnheit, während die massigen, durch die vielen Thürmelungen wieder gefällig gemachten, obgleich immer noch etwas schwerfälligen Eckpfeiler den Schein des Gebrechlichen entfernen. Der Zwischenbau hat im zweiten Geschofs ein grofses Fenster, im dritten (wie die Thürme im dritten und obern) zwei Fenster übereinander; darüber den wagerechten Dach-Abschnitt, mit Galerie. Die ganz flache Dachung, mit scharfem, wagerechtem Gesims-Abschlufs, ohne Geländer, und die frei emporsteigenden Pfeiler-Endigungen des Langhauses sind Das, was am entschiedensten dem deutschen Character der Thurmspitzen widerspricht. Kleinere Abweichungen sind die Rosetten in den Kreuz-Armen, die durchlaufenden Gesimse, die Galerieen und Knöpfe, welche, statt der gewöhnlichen Blumenkronen, die Thurmspitzen etwas schwerfällig schliefsen; nebst anderen Einzelnheiten. Entschieden anti-germanisch ist der Mittelthurm, mit seiner lothrechten Aufsteigung, seinem flachen Zeltdache und den, dasselbe umgebenden, allzu bedeutenden Geländerthürmen. Im Innern sind die Gewölbpfeiler aus lauter Rundstäben zusammengesetzt. Ungeachtet des überwiegenden deutschen Characters breitet sich doch über das Ganze, ohne dafs der Grund davon genau sich angeben liefse, ein Schimmer des arabischen Characters aus.

Ungleich entschiedener tritt dieser Character an der *Cathedrale von Sevilla* hervor (1401 bis 1506). Sie hat eine fast quadratische Grundform, und sieben Schiffe; die beiden äufsern Schiffe sind jedoch durch Querwände

in Capellen getheilt. Die Kirche hat keine Thürme, sondern gegen Westen und Osten gerade Wände, aus welchen, dem Mittelschiff entsprechend, eine *halbrunde* Absis heraustritt. An der westlichen Seite sind die Grenzen der Schiffe durch Pfeiler angedeutet, von welchen diejenigen neben dem Mittelschiffe bündelförmig emporsteigen und häufig gegürtet sind. Das Mittelschiff ist oben wagerecht geschlossen und mit einem Geländer mit kleinen Thürmchen gekrönt. Die Abseiten haben im Querschnitt einen flachen Abhang, auf welchem ebenfalls Geländer emporsteigen. Auf den Gewölbpfeilern der Abseiten erheben sich dünne Thürmchen, von welchen, in ihrer obern Begränzung, mit den Dachungen parallel, also ganz flach, einfache Strebebögen nach dem sehr wenig hervorragenden Mittelschiffe hinübergehen. Diese, sonst gewöhnliche Anordnung, welche man auch an der westlichen Seite sieht, ist hier im höchsten Grade unschön und constructionswidrig; so wie auch die, zahlreich aus der flachen Dachung emporsteigenden dünnen Thürmchen, mit ihren phantastischen Blumenspitzen, sehr anti-germanisch sind. An der westlichen Seite sieht man drei, tief hinein gebogene Spitzbogenportale; darüber grofse Rosetten; die Felder dazwischen sind oben glatt, unten mit Pilasterstellungen verunziert.

Bestimmter und weniger widerwärtig zeigt sich an dem *schiefen Thurme zu Saragossa* der maurische Einflufs. Der Thurm steigt ohne Absätze, aber vielfach mit Gesimsen und verzierten Bändern umgürtet, achtseitig in die Höhe; er ist an den Ecken mit Rundstäben eingefafst; die Fenster sind klein, einfach, und mit Spitzbogen geschlossen; die Mauerfelder dazwischen sind gemustert. Er soll um 1500 gebaut sein.

Von der Mischung germanischer und arabischer Formen mit reichen Verzierungen giebt die *Kirche zu Belem bei Lissabon*, 1499 gegründet, ein Beispiel. Ihre Fenster sind halbrund überwölbt; im Innern kommt sogar der Hufeisenbogen vor.

Andere Kirchen, z. B. die *Cathedrale zu Segovia,* mit massenhaftem Äufsern, und die *Kirche de los Reyes zu Toledo* (1494 bis 1498), reich und nicht ohne Geschmack verziert, sind als bessere Bauwerke zu nennen. An der *Dominicanerkirche zu Toledo* dagegen zeigt sich wieder eine wüste Ausartung, in der Mischung arabischer und halb germanischer Formen; wie sie sonderbarerweise, später mehr als anfänglich, Sitte geworden zu sein scheint: ein deutlicher Beweis, dafs man den Geist des germanischen Baustyls nicht rein aufzufassen vermochte.

Ganz abweichend von allen bisher genannten Bauwerken ist die west-

liche Seite der *Cathedrale von Leon.* Sie hat zwei breite und niedrige Thürme, mit schmalen, fast gar nicht abgesezten Eckpfeilern und mit mehrfachen, zum Theil sehr schweren Gesimsen. Diese Thürme sind sehr ungleich gestaltet. Sie sind oben so breit, als unten, haben gar keine Verzierungen, nur wenige kleine und einfache Öffnungen, und plumpe polygone Dachspitzen, welche sich zwischen ebenfalls plumpen Pfeilerthürmchen schwerfällig emporheben; jedoch ist der eine auf den Graden mit Blumen, der andere in den Feldern verziert. Der Mittelbau hat unten eine Vorhalle, mit drei guten Spitzbogenportalen, wagerechtem Gesims und Geländer; darüber hebt er sich, vor der niedrigen Kirche, getrennt von den Thürmen, mit kahlen Eckpfeilern empor; unten von einer dichten Reihe kleiner Spitzbogenfenster oder Öffnungen, welche bis zur Galerie der Vorhalle hinunter gehen, darüber von einer grofsen Rosette durchbrochen. Der obere Theil ist aus neuerer Zeit.

Als das glänzendste und edelste Beispiel germanischer Architectur auf der pyrenäischen Halb-Insel wird allgemein *das Kloster* und *die Kirche zu Batalha* anerkannt, obgleich für die äufsere Total-Ansicht die *Cathedrale zu Burgos* entschieden vorzuziehen sein dürfte. Die westliche Seite der Kirche zu *Batalha,* ohne Thürme, hat, wie die in *Sevilla,* das reine Profil des Kirchenschiffs mit seinen beiden Abseiten, jedoch mit angenehmen und mehr emporstrebenden Verhältnissen. Die Eckpfeiler der Abseiten und des erhöheten Mittelschiffes werden je von vier, dicht an einander stehenden, ganz glatten und in gleicher Stärke bis zu den Gesimsen hinaufsteigenden, aber fünfmal mit Gesimsen umgürteten quadratischen Pfeilern gebildet, welche, mit einem etwas geringern Querschnitt, noch über das Gesimse frei emporsteigen und in pyramidale Dächer endigen: dergestalt, dafs in der Mitte ein um ein weniges höherer Pfeiler mit seinem Dache sich hervorhebt. Die auf den Grad-Ecken angebrachten Blumen liegen dicht an und haben, eben wie die obere kurz aufgesetzte Blume, eine sehr steife Form. Von den untern Pfeilern nach den obern gehen zierliche, gekehlte Bogenstreben empor, mit freischwebenden Bogenzacken, ziemlich steil aufsteigendem Gesimse, mit Blumen gekrönt, und mit einer leichten, aber nicht germanischen, ringförmigen Durchbrechung zwischen Bogen und Gesims. Die Giebelmauern der Abseiten sind, gleich den Pfeilern, glatt, und haben in der obern Hälfte reich eingefafste und ziemlich schlanke Spitzbogenfenster mit romanischer Tafelndurchbrechung, nach arabischer Art von einem feinen Muster. Die Gurtgesimse der Pfeiler laufen über die Abseitenmauern fort; das obere, mit einem kleineren Bogenfriese darunter, schliefst

zugleich die Mauer oben ab; die beiden folgenden werden von den Fenstern roh durchbrochen. Das Mittelschiff wird von den Abseiten durch Pfeiler getrennt; genau von der Form der andern und von der Höhe der Abseiten, jedoch nur einfach. Die Pfeiler werden von magern Giebeln und Verdachungen geschlossen, welche vor die weiter gehende und stumpf auf der Mauer stehende Pfeilergruppe vortreten. Diese beiden Pfeiler sind in den vier obern Stockwerken mit Stabwerk besetzt. Diese Stockwerke sind unter jedem Gesimse und unter den Giebeln mit Kleeblattbögen und mit einer bis zwei Reihen vierfacher Kleeblätter geschlossen, welche nach romanischer Art ausgeführt sind. Unten zwischen diesen Pfeilern befindet sich das Spitzbogenportal, mit gemustertem Sockel und schräg gestellter Rundstablaibung. Der äufsere Bogen erhebt sich stark zum Eselsrücken und ist mit Blumen von steifer anliegender Form besetzt. Die Krone ist von phantastischer, ungermanischer Gestalt. Unter dem Portale erhebt sich Stabwerk, über welches ein breiter, mit Kleeblättern gemusterter Streifen, dann ein Bogenfries, ein Gesims, ein schmalerer Kleeblattstreifen und wieder ein Gesims mit seiner Zackenkrönung quer hinweg gehen. Das zweite Stockwerk hat statt des Portals ein Spitzbogenfenster, aber nicht mit Stabwerk und Durchbrechung, sondern, ganz abweichend, mit einem grofsen gemusterten Felde ausgesetzt; darüber wiederholt sich genau die untere Anordnung mit Stabwerk, Friesen, Gesims und Krönung. Die gemusterten Streifen haben ganz den arabischen Character; die Blumen und Kronen sind, wie gesagt, steif und unförmlich. Wir haben diese Façade, wegen der Berühmtheit des Gebäudes, mit allen ihren Fehlern und Abnormitäten, näher beschrieben.

Ungleich edler ist das Innere der Kirche gestaltet, auf welches sich die Lobsprüche auch wohl vorzugsweise beziehen. Aber auch dieses Innere ist nicht frei von maurischen Anklängen; welche indessen nicht von der Art sind, dafs sie den germanischen Geist wesentlich verdunkelten. Dahin rechnen wir die häufigen krausen und freischwebenden Bogenzacken; die kleinen Rosetten, mit welchen die Spitzen der Bögen flach besetzt sind; die ausgezackten Thürbögen; die gedrehten Rundstäbe, u. dergl. mehr. Auffallender noch sind die arabischen Beimischungen an dem im sechzehnten Jahrhundert an die Kirche angebauten Mausoleum; welches ein mächtiger achteckiger Bau mit schweren Massen, jedoch zierlichem Detail ist.

Die Kirche zu Batalha ist 1383 gegründet, jedoch ist der Bau des Klosters bis 1509 fortgesetzt. Den Plan dazu soll ein Engländer *Stephenson* gemacht, und deutsche Baumeister sollen den Bau ausgeführt haben.

§. 183.

Der germanische Baustyl in Italien.

Wir kehren jetzt zu dem alten Lande der Kunst zurück, von welchem wir bei der Verfolgung der ersten Anfänge christlicher Kunst ausgegangen waren; jedoch dürfen wir, wegen des durch die Vorliebe der Italiener für antike Bildung dauernd verworrenen Zustandes der romanischen Bauart, hier am wenigsten eine rein aufgefafste und gedeihlich fortgebildete *germanische* Kunst erwarten.

Das erste Gebäude, welches uns in Italien entgegentritt, ist die *Cathedrale von S. Leo.* Es ist eine Basilica, die, wie überall in Italien, wo das Gegentheil nicht ausdrücklich angegeben ist, drei Schiffe, keinen Thurm und drei halbrunde Abseiten hat. Das Mittelschiff ist mit einem spitzbogigen Tonnengewölbe bedeckt, unter welchem aber Gurte vortreten; die Pfeiler sind mit einfachen Rundstäben besetzt und die Abseiten-Öffnungen mit Spitzbögen geschlossen. Der Grundrifs ist ein einfaches Oblongum, das Mittelschiff aber ein Kreuz; so dafs über dessen Herzen aus der Durchschneidung der Tonnenwölbung von selbst ein Kreuzgewölbe entsteht. Der Chor hat noch Rundbögen. Das Gebäude ist 1173 restaurirt; es ist aber kaum wahrscheinlich, dafs damals schon der spitzbogige Theil, so einfach er auch ist, hinzugefügt sein sollte. Ein ganz glattes spitzbogiges Tonnengewölbe findet sich in der Zelle bei Assisi, in welcher der heilige Franciscus 1226 starb.

Ein bedeutenderes Bauwerk ist die Kirche des *heiligen Franciscus zu Assisi,* 1218 bis 1230. Es ist von dem *deutschen Meister Jacob* erbaut. Das Gebäude besteht aus zwei Kirchen übereinander; die untere hat Seitenschiffe, vier Kreuz-Arme und fünf Abseiten, cryptenartig; die obere ist nur einschiffig, mit zwei Kreuz-Armen und einer Absis; alle Räume sind mit Kreuzgewölben überspannt; die obere Wölbung ist durchgängig spitzbogig. Aufsen sind über den Quergurten der Seitenschiffe weit vortretende Quermauern aufgeführt, dicht über welchen ganz einfache und flach liegende Strebebögen gegen die Wandpfeiler gespannt sind; die Fenster sind einfache Spitzbogenfenster, von angenehmen Verhältnissen; mit Mittelstock und romanischer, aber gut gezeichneter Durchbrechung; aufserdem ist das Äufsere ohne alle Zierde. Das flache Dach überragt die Mauern mit einer breiten Traufe, welche die Pfeiler stumpf abschneidet. Im Innern treten Gurtpfeiler vor die Mauern vor, aus flachen, an einander stofsenden Rundstäben zusammengesetzt. Die nächsten

Fenster an der östlichen Wand sind gröfser als die andern und haben drei Mittelstöcke; unter den Fenstern läuft ein Gesims hin und an der Absis herum, wird jedoch von den Gurtträgern unterbrochen; in der Absis und am westlichen Ende sind über dem Gesimse Zwerggalerieen in die Mauer gelegt; die Gewölbe haben einfache vortretende Rippen. Der neben der Kirche stehende Glockenthurm geht mit Lisenen und geradsturzigen Fenstern ganz einfach in die Höhe und stammt aus einer andern Zeit. Der germanische Baustyl zeigt sich hier in der gröfsten Einfachheit, noch völlig unentwickelt, in einer gewissen Derbheit und so, wie er sich unter dem Einflufs südlicher Lebens-Anschauung gestalten mufste. Es möchte sich schwerlich in Italien ein zweites Gebäude finden, welches eben so rein von antiken Reminiscenzen wäre.

Der *Dom zu Siena* dagegen, in der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts begonnen, hat noch halbrunde Bögen zwischen dem Schiff und den Abseiten, jedoch schon hochhinaufgehende Pfeiler; das Mittelschiff ist mit zierlichen Kreuzgewölben überspannt und die Fenster haben Spitzbögen und eine romanische Durchbrechung, mit zwei Mittelstöcken. Die Mauern bestehen, wie bei mehreren Kirchen Italiens, aus abwechselnd weifsen und schwarzen Marmorschichten. Das Gebäude ist dreischiffig, hat eine Kreuzvorlage und eine niedrige Kuppel. Die Façade ist der des folgenden Doms ähnlich.

Der *Dom zu Orvieto,* 1290 begonnen, hat noch ganz die alte Anordnung, mit Rundbögen auf Säulen zwischen dem Schiff und den Abseiten; das Mittelschiff hat die gewöhnliche italienische hölzerne Decke, und spitzbogige Fenster, ohne Ausfüllung. Der Grundrifs bildet ein Oblongum, mit Abseiten und Kreuz; das östliche Ende hat nicht die gewöhnliche Absis, sondern ist gerade geschlossen. An der westlichen Seite zeigt sich der ausgebildete italienisch-germanische Styl. Der inneren Einrichtung gemäfs theilen vier, über die Dachung sich erhebende Spitzpfeiler die Façade in drei Felder; dazwischen sind unten die drei Portal-Nischen, wenig vertieft, die mittlere halbrund, die andern beiden mit überhöheten Spitzbögen bedeckt; die eigentlichen Pforten sind klein und haben wagerechte Sturze und darüber, innerhalb der Nische, Spitzbogenfenster. Über den Portalbögen erheben sich breite und bunte Giebelgesimse, und über denselben läuft ein breites verziertes Band wagerecht hindurch, von den Spitzpfeilern unterbrochen. Nahe darüber schliefst die Abseitenfelder ein ähnlicher Giebel wie unten; weiter hinauf das Mittelschiff ein breiterer und höherer Giebel. In der zweiten Etage des Mittelschiffs befindet sich eine Rosette, in breiter verzierter Einrahmung. Alles ist bunt verziert;

an den Giebelfeldern und an Dem, was von den Mauern übrig bleibt, sind Mosaikgemälde. Die Façade macht im Ganzen eine nicht unangenehme Wirkung, bleibt aber weit hinter den schmucklosen, jedoch bedeutenden Thurmportalen der einfachsten deutschen Kirchen zurück.

Eine weniger reiche, aber im Ganzen schönere Façade hat der *Dom zu Monza* bei *Mailand,* mit seinen sechs bedeutenden Spitzpfeilern, den Mittelthürmchen auf dem ziemlich flachen Giebel des Schiffes, den absatzförmig ziemlich flachen Abdachungen der Abseiten und den zierlichen, bogenfriesartigen Verzierungen unter den Gesimsen.

In der Domkirche *Santa Maria delle fiore* zu *Florenz,* einem Werke des berühmten *Arnolfo di Lapo* (oder *di Cambio*) sehen wir wieder, ähnlich wie in S. Francisco zu Assisi, durchweg den Spitzbogen und die gegliederten Pfeiler, in einer reicheren Architektur, aber mit weitgespreizten, das Emporstreben aufhebenden Verhältnissen. Die Kirche hat drei Schiffe, einen halbrunden Chorschlufs, eben solchen Schlufs der Kreuz-Arme, und eine mächtige Kuppel, die aber erst von *Brunelleschi* aufgesetzt ist. Die Pfeiler haben kleinliche Eckgliederungen, wenig ausladende doppelte Blatt-Capitäle, erst unter den Abseitenbögen, dann unter den Gurtbögen des überwölbten Mittelschiffs, und über den letztern weit ausladende verzierte Aufsätze, welche als ein breites Band an den Wänden hinlaufen und dadurch die constructionelle Bedeutung der Kreuzgewölbe aufheben. Die Abseiten haben Spitzbogenfenster, oben mit Steintafeln ausgefüllt, welche auf gewundenen Säulchen als Mittelstöcke stehen; das Mittelschiff hat kleine kreisrunde Öffnungen. Das Äufsere ist reich mit buntem Leistenwerk verziert. Der Bau währte bis ins funfzehnte Jahrhundert.

Der abgesonderte Glockenthurm neben dem Dom ist von dem Maler *Giotto* in der ersten Hälfte des vierzehnten Jahrhunderts erbaut. Er steigt, in quadratischer Grundform, ohne alle Absätze, zu einer nicht unbedeutenden Höhe empor, hat eine Attica und ein flaches Dach und ist mit Lisenen, Gurtgesimsen und vielem Leistenwerk verziert; die Fenster haben die gewöhnlichen unvollkommenen germanischen Formen.

Es ist bei diesen Bauwerken zu bemerken, dafs dem *Arnolpho* der Bau mit den Worten aufgetragen wurde: „Er solle ein Gebäude entwerfen, „mit so hoher und grofser Pracht, dafs es von menschlichem Fleifs und Ver„mögen nicht gröfser, noch schöner erfunden werden könne." Und vom Thurm hiefs es: „Es solle ein also prächtiges Gebäude errichtet werden, dafs es an

„Höhe, wie an künstlerischer Ausführung, Alles übertreffe, was in dieser Art von „den Griechen und von den Römern in den Zeiten ihrer blühendsten Macht „sei geschaffen worden." Wie tief mufste, im Verhältnifs zu Deutschland, die Kunst stehen, wenn hier Bauwerken, die, selbst im Vergleich zu andern italienischen Kirchen, z. B. zu der des S. Francisco in Assisi, unschön sind, eine solche Bedeutung beigelegt werden konnte?!

Die Kirche des *heiligen Bernhard zu Chiaravalle,* einer Inschrift zufolge 1172 erbaut, ist eine gewöhnliche, Kreuzkirche, mit Abseiten, geradem Chorschlufs und einem Thurme im westlichen Winkel des einen Kreuz-Armes. Sie hat, wie einige Kirchen in Deutschland, spitzbogige, jedoch noch sehr stumpfe Arcaden, und kleine, rundbogige Fenster. Die Pfeiler sind mit förmlichen Halbsäulen besetzt; mit willkürlich zusammengesetzen Capitälen. Die äufsere Architektur ist roh; an den langen Seiten sind Strebepfeiler, jedoch keine Strebebögen; der Giebel hat eine geradsturzige Thür innerhalb eines Spitzbogens, eine kleine Rosette, Ecklisenen, ein weit ausladendes wagerechtes Gesims mit Bogenfries, und einen nicht sehr flach ansteigenden Giebel. Über der Rosette befindet sich noch eine, das Gesims durchbrechende romanische Doppel-Öffnung, die aber sehr mager ist. Die innern Gewölbe sind spitzbogige Kreuzgewölbe, und wahrscheinlich aus späterer Zeit.

Eine *kleine Kirche* bei *Capo di bove,* unweit *Rom,* hat naheaneinanderstehende kleine Spitzbogenfenster, mit einfachen Spitzen; zwischen je zwei Fenstern sind spitzbogige hölzerne Streben angebracht, welche die Dachfetten tragen: eine in Italien sehr gewöhnliche Construction. Den Bogenstreben entsprechen aufsen starke, in der Höhe der Fensterkämpfer mit schräger Abdachung sich anschliefsende Strebepfeiler, welche nur etwa um ihre doppelte Breite auseinanderstehen. Diese einfache kleine Kirche hat gute Verhältnisse, mag jedoch keiner sehr alten Zeit angehören.

Indem wir mehrere andere Bauwerke übergeben, an welchen sich im Ganzen dieselben Erscheinungen eines aus römischen und germanischen Elementen, zum Theil geschmacklos zusammengesetzten, verworrenen Baustyls zeigen, und nur noch bemerken, dafs sich in Unter-Italien der arabisch-normannische Einflufs und in Ober-Italien einzelne rohe Nachahmungen der altfranzösischen Pfeilerbildungen zeigen, gehen wir zur Betrachtung des wichtigsten aller germanischen Bauwerke in Italien, des *Doms von Mailand,* über welcher 1386 gegründet, an welchem bis zum Ende des funfzehnten Jahrhunderts weiter gebaut und der erst unter Napoleon vollendet wurde.

Der Mailänder Dom ist unstreitig dasjenige italienische Bauwerk, dessen Styl dem reinen germanischen Style am nächsten kommt, sich ziemlich von altrömischer Tradition frei gehalten hat, und durch den weifsen Marmor, aus welchem es errichtet ist, eine gediegene Pracht und zugleich, namentlich im Innern, grofsartige Verhältnisse hat; ohne sich jedoch dem Einflusse südlicher Lebensweise zu entziehen und ohne dadurch einen, mit den Grundprincipien des Styls unvereinbaren fremdartigen Character anzunehmen.

Das Gebäude dehnt sich verhältnifsmäfsig mehr in die Breite als in die Länge aus. Das Langhaus ist nur wenig länger, als breit, und hat fünf Schiffe. Die Abseiten sind halb so breit als das Mittelschiff; der Querbau hat drei Schiffe und tritt in seinen Kreuz-Armen etwa um die Breite der Abseiten vor deren äufsere Mauern vor. Der Chor ist, in seinem geraden Theile, so lang, als das Mittelschiff breit, dreiseitig geschlossen, und hat, den innern Abseiten entsprechend, einen Umgang, an welchen sich rechts und links, in der Breite der äufsern Abseiten der Kirche, oblonge Capellen anlehnen; die Ecken dieser Capellen, der Kreuz-Arme und der westlichen Seite, sind mit starken, facettenartigen Pfeilern eingefafst. Die Kreuz-Arme haben keine Portale, sondern es schliefsen sich statt ihrer kleinere dreiseitige Capellen an. Über der Durchkreuzung des Mittelschiffs erhebt sich eine achteckige germanische Kuppel. Die Höhe ist im Ganzen gering; besonders für das Äufsere, da das flache Dach dicht auf den Gewölben aufliegt. Das Mittelschiff erhebt sich mit dem Schlusse seiner Gewölbe etwa zwei und einhalb mal so hoch, als es breit ist; jedoch ist die Höhe des Gebäudes bis zur Forst noch bedeutend geringer als seine ganze Breite. Da die Kreuzgewölbe der Abseiten Quadrate, die Reihungen des Mittelschiffs aber doppelt so breit als lang sind und die Stirngurte an den Fronten sich nicht so übermäfsig steil wie in vielen deutschen Kirchen erheben, so steigen die Kappen, der Tiefe nach, stark an, so dafs die Höhe bis zum Kämpfer des Mittelschiffs nur $1\frac{3}{4}$ mal die Breite des letztern beträgt. Die an dem Mittelschiff anliegenden Abseiten lassen etwa nur das obere Fünftheil der Mauer des Mittelschiffs frei, und um eben so viel sind wieder die äufsern Abseiten niedriger, als die innern; was zu loben ist. Die äufsern Abseitenfenster haben ein schlankes Verhältnifs; zwei Mittelstöcke und, in der Durchbrechung, eine grofse, nicht gerade geschmackvolle Rosette; in der Mitte ist eine Querreihe von drei Giebeln zwischen die Stöcke eingesetzt. Die Fenster der innern Abseiten und des Mittelschiffs haben dieselbe Breite, aber wegen der geringen Erhebung eine sehr unbedeutende Höhe; so

dafs sie fast nur aus dem Spitzbogen bestehen und dieserhalb auch, etwas mager, ganz mit Durchbrechungen ausgefüllt sind. Etwas tiefer hat man zu beiden Seiten die Zug-Öffnungen nach den Dachwinkeln hin angebracht und in Form von Kleeblättern, in stark markirten quadratischen Rahmen, zu einer Verzierung benutzt, die wegen der grofsen Menge der niedrigen Fenster sehr unangenehm aussieht. Noch weniger zu loben sind die Gewölbpfeiler: nicht blofs wegen ihrer ünkräftigen Gliederung, sondern vorzüglich wegen der hohen und schweren, mit Bilderblenden und niedrigen Baldachinen besetzten Umgürtungen, statt der Capitäle. Aufserdem ist das Innere, wegen der kahlen Wände, im Vergleich zu dem sonstigen Reichthum des Gebäudes, etwas nüchtern.

Aufsen sieht man die gewöhnlichen Strebepfeiler, mit Statuen, Baldachinen und Stabwerk geschmückt. Sie steigen als leichte Thürmchen aus dem flachen Dache zahlreich empor, und es schwingen sich von ihnen zierliche Strebebögen nach dem Mittelschiff, nur in zu flacher Richtung, hinüber. An den Ecken sind etwas bedeutendere Pfeiler, und die westliche Seite ist noch mit drei, frei sich endigenden Mittelpfeilern besetzt. Die geringere Höhe der Abseiten ist durch die davor höher aufgeführte Giebelmauer, welche ein einziges, über alle fünf Schiffe reichendes, mittelmäfsig flaches Dach darstellt, versteckt, so dafs man von hier aus auch die Strebebögen nicht sieht; die überhaupt, weil sie dicht über den Dächern liegen, nur aus weiter Ferne sichtbar sind. In den Mauerfeldern des Giebels sind Fenster, im Renaissancestyl, über die wir, als die neuesten Zusätze aus dem Anfange des sechzehnten Jahrhunderts, hinweggehen können. Im Übrigen ist das Äufsere mit lothrechtem Stabwerk, geländerartigen Krönungen, deren eine auch auf dem Forst des Daches hinläuft u. s. w., sehr reich, jedoch ziemlich flach verziert: auf eine Weise, welche einige Ähnlichkeit mit den Verzierungen des Perpendicularstyls der Engländer hat. Auffallend, dem südländischen Character gemäfs, ist der Mittelthurm. Er erhebt sich nur wenig über die Kirche und hat ein flaches Dach, aus welchem sich eine tabernakelartige Spitze erhebt.

So ist denn die Architektur des Mailänder Doms, obwohl von den deutschen Bauwerken sehr abweichend, doch, im Verhältnifs zu dem gleichzeitigen und dem frühern Styl in Italien, auffallend germanisch zu nennen. Auch hat dieser Bau keine Nachahmung gefunden; denn z. B. die, ebenfalls zu den reichsten und bedeutendsten Bauwerken der ***Lombardei*** gehörige ***Karthause bei Pavia*** (1396 bis 1499 erbaut) ist im Innern ganz in dem früher beschriebenen gemischten italienisch-germanischen Styl, im Äufsern mit vor-

herrschenden romanischen Elementen, und fast modern-antik ausgeführt. Die Façade aus dem Ende des funfzehnten Jahrhunderts ist ganz modern.

Da der germanische Baustyl nur ein ***Kirchenbaustyl*** war und die Italiener ihn als solchen wenig rein auffafsten, so läfst sich erwarten, dafs sie verhältnifsmäfsig Tüchtiges im ***Profanbau*** geleistet haben werden: um so mehr, als sich durch den, damals durch den Welthandel erworbenen Reichthum eine Vorliebe für den Palastbau einfinden mufste. Anfänglich, wie es auch im Kirchenbau geschah (z. B. bei der Kirche des ***heiligen Franciscus zu Assisi***), scheint man dem auswärtigen Einflusse nachgegeben und die aus Deutschland überkommene Bauart unverändert, wenn auch nach damaliger, noch roher Art, angewendet zu haben; wovon die ***Fontana Branda zu Siena,*** die ein einfacher Porticus von drei Spitzbogen-Öffnungen mit Zinnengesims ist, ein ähnlicher noch einfacherer, aber in etwas edleren Verhältnissen erbauter ***Porticus zu Rimini,*** und andere ähnliche Hallen Beispiele geben, während andere Bauwerke, wie z. B. das ***Stadthaus zu Gubbio,*** noch ganz romanisch sind, jedoch, aufser den Pilastercapitälen der Lisenen, weiter keine antiken Beimischungen haben. Später mischte man, wie beim Kirchenbau, römische, romanische, germanische und sogar arabische Elemente unter einander und erzielte dadurch einen eigenthümlichen Baustyl, dem es zwar an Consequenz fehlt und der deshalb auf höhere Geltung keinen Anspruch machen kann, der indessen, im Vergleich zu allen andern germanischen profanen Baustylen, immerhin zu den gelungensten gezählt werden mag.

Zunächst sind hier die ***Florentinischen Paläste*** zu nennen. Sie haben glatte Façaden, aus mächtigen Quadern erbaut, sehr tiefe Fugenschnitte (Bossagen), römische Gesimse (unter welchen sich noch das unverhältnifsmäfsig schwere Dachgesims auszeichnet) und rundbogige Fenster, mit zierlicher, wenn gleich sehr einfacher, germanischer Durchbrechung. Beispiele sind besonders der ***Palast Medicis,*** der im untern Stockwerk Portal-Nischen hat, die durch Renaissancefenster entstellt werden; und der ***Palast Strozzi,*** mit etwas reichern Fensterdetails, die äufsern Bogengrenzen zum stumpfen Spitzbogen erhoben: beide zu ***Florenz*** und aus dem funfzehnten Jahrhundert. Sie werden gewöhnlich schon dem Renaissancestyl zugerechnet.

Ungleich reicher und selbstständiger entwickelte sich dieser Baustyl in ***Venedig.*** Zuerst am ***Dogenpalast.*** Derselbe hat doppelte Spitzbogen-Arcaden, die obern dicht über den untern, gleich einer Zwerggalerie; darauf steht eine hohe, schachbrettartig gemusterte Wand. Die wenigen halbrunden Fenster

in derselben haben galerieartig gekrönte Gesimse. Der Palast ist, noch ziemlich unbeholfen und schwerfällig, im vierzehnten Jahrhundert erbaut. Ungleich anmuthiger, obgleich mit mehr Reminiscenzen an römische Kunst, entfaltete sich später dieser Baustyl an den Privatpalästen; von welchen der ***Palast Cornaro***, aus dem Ende des funfzehnten und der ***Palast Cavalli*** aus dem sechzehnten Jahrhundert, als Belege zu nennen sind. Beide Paläste haben drei Stockwerke; das untere ist ganz einfach, die obern sind, zwischen Eckpfeilern, mit Säulen eingefafst und hallenartig offen; die Arcaden dieser Hallen sind es, welche, mit den Säulchen und den eben so zierlichen als kräftigen Durchbrechungen, diesen Gebäuden einen freundlichen Character geben. Ernster und fast noch edler gestaltet sich diese Architektur an der ***Börse zu Bologna.*** Das untere Stockwerk derselben hat eine grofsartige Arcade mit Spitzbogen auf Säulenpfeilern; das zweite Stockwerk hat Spitzbogenfenster und grofse Baldachine über der zum Balcon führenden Pforte; das Gesims ist mit Zinnen besetzt.

§. 184.
Schlufsbetrachtung.

In (§. 157. und 158.) stellten wir die Entstehung, Entwicklung, die Entartung und den Untergang der herrlichen germanischen Baukunst in einem allgemeinen Überblicke vor Augen. Es mufs nun die Bestätigung der dort geäufserten Ansichten durch die obige Betrachtung der einzelnen Bauwerke in den verschiedenen christlichen Ländern nachgewiesen werden. Fassen wir die einzelnen Thatsachen und Wahrnehmungen zusammen, so ergeben sich folgende Resultate.

1. Der germanische Baustyl ist nicht etwa mit dem sogenannten Spitzbogenstyl zu verwechseln. Er beginnt keineswegs mit der Einführung des Spitzbogens, obgleich diese Einführung als eine Vorbereitung zum germanischen Styl betrachtet werden mag: er beginnt da, wo zuerst das Grundprincip desselben sich klar ausspricht.
2. Die bisher als früh-germanisch anerkannten Bauwerke der Franzosen und Engländer aus dem zwölften Jahrhundert sind im Wesentlichen noch durchaus *romanisch;* nur dafs an die Stelle der Rundbögen Spitzbögen traten, welche letztere indessen noch ganz den romanischen Character haben. Die unvermittelte Aufstellung der Bögen auf (antike) Säulen, bei welcher man beharrte, mufste, consequent entwickelt, zur Ausdehnung

in die Länge und Breite, also zu einem, dem germanischen Geist entgegengesetzten Baustyle verleiten; wie es auch an den Kirchen in den Niederlanden geschah.

3. Die spätern Bauwerke in ***Frankreich*** halten gewöhnlich in ihrer Haupt-Anordnung mehr oder weniger die ältere Bauart fest, während die Details, ebenfalls nicht ohne romanische Beimischungen, germanisch werden. Nach und nach vermindert sich dieser Widerspruch, ohne jedoch ganz zu verschwinden. So characterisirt sich die französisch-germanische Baukunst als von Aufsen her entlehnt.
4. Die ***Engländer*** entwickelten im dreizehnten Jahrhundert, nachdem sie aus der letzten romanischen Zeit ebenfalls die Bögen auf Säulen, nur mit zweckmäfsig veränderter Gestalt der letztern, beibehalten hatten, hievon abweichend, einen eigenthümlichen Baustyl, welcher dem germanischen ähnlich war, seinen innern Geist aber bei weitem nicht mit der Kraft und Wahrheit ausdrückte, wie es um dieselbe Zeit in Deutschland geschah. Demzufolge sehen wir auch bald darauf den Baustyl wesentlich verändern, aber nicht in consequenter Entwicklung; er wird blofs reicher und nimmt germanische Verzierungen an: ein deutlicher Beweis, dafs auch hier die Formen einem andern Lande entlehnt wurden.
5. Über die Denkmäler in ***Spanien*** können wir wegen des Mangels genauer Nachrichten von denselben bis jetzt noch nicht bestimmter urtheilen. Wir finden dort einzelne Bauwerke, welche, abgesehen von der südlichen flachen Bedachung, den Stempel des germanischen Geistes viel schärfer als irgend ein Bauwerk in Frankreich oder England haben; aber wir erfahren auch, dafs deutsche Baumeister sie errichteten. Aufserdem finden wir noch an den meisten spanischen Bauwerken arabische und germanische Elemente gemischt; und so dürfen wir die Entstehung und consequente Entwicklung des germanischen Baustyls auch hier nicht suchen.
6. Auch nach ***Italien*** wurden Baumeister aus Deutschland gerufen. Die Neigung zum Antiken (d. h. Römischen), hat sich, wie in der romanischen, so auch in der germanischen Periode, nicht verloren; im Gegentheil scheint sie nur da, wo die fremden Baumeister thätig waren, zurückgedrängt, gegen das Ende der Periode aber (mit Ausnahme des ***Mailänder Doms***) wieder mehr vorherrschend geworden zu sein.
7. In Deutschland dagegen, und zwar ***nur*** in Deutschland, findet sich:
   a. Dafs die letzten romanischen Gebäude, mit den nun eingebürgerten

Spitzbogen (z. B. *der Limburger Dom*), eine Gestaltung annahmen, die das deutliche, obgleich noch mifslungene Bestreben nach dem Ausdruck des germanischen Geistes verräth.

b. Ferner finden sich früh-germanische Gebäude aus der ersten Hälfte und der Mitte des dreizehnten Jahrhunderts, welche die Grund-Eigenschaften des germanischen Styls deutlich und auf das Bestimmteste aussprechen, dabei aber im höchsten Grade einfach sind (z. B. die *Marburger Kirche*).

c. In überraschend kurzer Zeit nachher, d. h. am Ende des dreizehnten Jahrhunderts, mithin früher als in irgend einem andern Lande, entstanden Bauwerke in völlig ausgebildetem germanischen Styl (z. B. der *Cölner Dom*).

d. Aus der spätern Zeit finden sich Kirchen, die, bei aller Überladung, dennoch das Grundprincip des Styls durchaus festhalten (z. B. den *Ulmer Münster*).

Obgleich nun der germanische Baustyl das Eigenthum aller germanischen, ja aller christlichen Völker zu werden bestimmt war, und auch wurde, ist es doch, abgesehen von den früher angegebenen allgemeinen Gründen, wegen der schlagenden und übereinstimmenden, so eben angegebenen factischen Beweise, nicht zu bezweifeln, dafs Deutschland seinen herrlichen germanischen Baustyl *selbst* erfand und vorzugsweise ausbildete, und wir sind berechtigt, den Entwicklungsgang der Baukunst in Deutschland als den der germanischen Baukunst im Allgemeinen anzusehen. Dabei dürfen indefs die Landesgrenzen nicht zu streng genommen werden; wir dürfen uns nicht wundern, wenn z. B. die Niederlande mehr dem französischen als dem deutschen Einflusse gehorchten, wenn die Bauwerke in dem damals zu Deutschland gehörigen Elsafs, wie namentlich der *Strafsburger Münster*, einen deutlichen, und sogar noch die Bauwerke am untern Rhein einen leisen Anklang an die fränkische Bauart, dagegen die Kirchen zu *Soisson*, die Kirchen *St. Ouen*, zu *Rouen* und der *Mailänder Dom*, den germanischen Baustyl reiner zeigen, als die weiter von Deutschland entfernten Gegenden u. s. w.

8. In Deutschland selbst sind ebenfalls verschiedene Richtungen, wenn auch in engerer Begrenzung, wahrnehmbar. In den Rheingegenden zeigt sich ein lebendigerer Aufschwung und eine frühzeitigere Entwicklung: im Norden dagegen, und zwar nicht blofs da, wo man vorherrschend von Back-

steinen baute, sondern auch an den Domen zu *Magdeburg, Meifsen* u. s. w. bemerkt man eine gewisse Strenge und Nüchternheit. Es scheint hievon nicht allein die Verschiedenheit des Climas und der Färbung des Nationalcharacters der Anlafs gewesen zu sein, sondern es mögen auch öfters zufällige Umstände, die sich noch nicht übersehen lassen, eingewirkt haben; wie namentlich bei den Bauten in Prag zu Carls IV. Zeit, welche einer spätern Zeit anzugehören scheinen, als es wirklich der Fall ist, und die dabei etwas an südliche Art erinnern.

9. Der germanische Baustyl hat sich *nicht allmälig* aus dem romanischen entwickelt; er ist, den letztern aufgebend, *plötzlich* entstanden. Dies geht nicht allein aus dem fast entgegengesetzten Character beider Baustyle hervor, sondern folgt auch mit Bestimmtheit daraus, dafs die ersten germanischen Bauwerke, im Verhältnifs zu der Eleganz der letzten romanischen, so sehr einfach sind.

10. Der germanische Baustyl war ein reiner *Kirchenbaustyl.* Je bestimmter man ihn als einen solchen auffafste, um so weniger erfreuliche Resultate liefsen sich von ihm beim profanen Bau erwarten; und umgekehrt. Daher finden wir, zwar nicht in Deutschland, wohl aber in England, Frankreich, und vorzugsweise in Italien, einen eigenthümlichen *Palast-Baustyl,* der aber freilich so ziemlich die allgemeinen Grenzen des germanischen Styls überschreitet.

11. Der germanische Baustyl hat niemals eine langsame und consequente Entwicklung von innen heraus erfahren. Man findet oft an einem und demselben Gebäude, auch wenn nicht allzulange daran gebaut wurde (z. B. am *Cölner Dom*), die noch etwas strengen Formen der frühern Zeit, und Vorboten des künftigen Verfalls. Die sehr eigenthümlichen Gründe dieser seltsamen Erscheinung sind früher angegeben. Noch häufiger zeigen sich an verschiedenen gleichzeitigen Gebäuden dergleichen Differenzen.

12. Dagegen ist der germanische Baustyl auch nicht in Folge eines innern Grundes, sondern nur durch zufällige äufsere Umstände *untergegangen;* vielfach sind die letzten germanischen Bauwerke (z. B. der *Ulmer Münster*), wenn auch überladen, doch noch viel zu kräftig und rein, um ein *allmäliges* Absterben des Styls aus Altersschwäche annehmen zu können.

Die fünfte Periode.

Die neuere Zeit.

§. 185.
Einleitung.

Mit der Reformation beginnt eine neue Gestaltung der christlichen Welt, die wir nach ihren Ursachen und ihren bis in die neueste Zeit sich erstreckenden Wirkungen im Allgemeinen überblicken müssen.

So segensreich und nothwendig die Anfangs milde geistige Obergewalt des Pabstes und der Priester zur Bevormundung der noch unmündigen Völker, zu ihrer Vertretung gegen weltliche Tyrannei und zur Geltendmachung des geistigen Princips überhaupt war: so natürlich war es, dafs sie, nach Erreichung dieser Zwecke, zu einer drückenden Fessel für die fernere geistige Entwicklung ausarten mufste: so nothwendig wurde dann ihre Unterdrückung, oder doch Einschränkung. Gerade die *Kreuzzüge*, welche die Hierarchie so recht eigentlich zu einer neuen kräftigen Stütze ihrer Macht auszubeuten gedachte, waren es, welche, wie wir sahen, in ihren Folgen das Streben nach freierer geistiger Entfaltung, nach einer reineren Auffassung der Lehre Jesu, nach einer angemesseneren Gestaltung aller Lebensverhältnisse weckte und verbreitete. Mochte die früher sich zeigende Äufserung dieses Strebens in der *Kunst* als unschuldig übersehen, oder von beiden Seiten misverstanden werden: mochten die ersten einzelnen Versuche, ihm eine Geltung im Leben zu verschaffen, blutig gesühnt werden: immer bestimmter und allgemeiner trat das Bewufstsein der Nothwendigkeit einer Änderung hervor. Schon die Hussiten konnten die Hinrichtung ihres Lehrers durch verheerende Kriege rächen; und ein endlicher durchdringender Erfolg war nicht mehr abzuwenden.

Hätte sich die Reformation, nach der ursprünglichen Absicht ihres Stifters, innerhalb der Kirche selbst gehalten, so wäre vielleicht eine friedliche und

nach allen Seiten segensreiche Lösung möglich gewesen. Aber die tief begründete Priesterherrschaft war dafür noch zu mächtig; nur durch lange dauernden tödtlichen Kampf konnte die Existenz der neuen Lehre gesichert und, wenn auch nicht der vollständige Sieg über die alte Lehre, so doch das Nebeneinanderbestehen beider erreicht und eine dereinstige friedliche Ausgleichung möglich gemacht werden. Sobald aber die Partheien sich einander feindlich gegenüber gestellt hatten, sobald die Leidenschaften geweckt waren und das Schwerdt zu Hülfe genommen wurde, mufste sich der Gegenstand des Streits wesentlich ändern. Hatte man ursprünglich nur die Gewalt des Pabstes einschränken, die Hierarchie brechen und die zahllosen schreienden Mifsbräuche beseitigen wollen: so sah man sich jetzt zu einer förmlichen Losreifsung von der katholischen Kirche hingedrängt; der Kampf richtete sich nun gegen diese selbst, und das eigentliche Ziel, die Reformation der christlichen Kirche, wurde aus den Augen und in eine ungewisse Zukunft hinausgerückt. Aufserdem brachten jene gewaltsamen Zustände in das heilige Werk nothwendig unheilige Elemente; man verwarf in blindem Eifer auch was an der katholischen Religion gut war, und gefiel sich in rücksichtslosem Tadel. So ist es denn auch nicht zu verwundern, dafs man eine umsichtige und feste äufsere Begründung der neuen Lehre von Anfang an versäumte; dafs sich in der evangelischen Kirche, der zu sehr vorwaltenden Gefühls-Anschauung im katholischen Ritus gegenüber, erst äufserlich und dann bald auch innerlich die Verstandesthätigkeit überwiegend geltend machte und mit der Zeit zum völligen Indifferentismus führte; dafs die Protestanten, aus Mangel eines entscheidenden Oberhauptes, oder einer sonst anerkannten Autorität, in zahllose Secten zerfielen, und dafs bei dem wiedergewonnenen lebhafteren religiösen Interesse in neuester Zeit die heftigsten Partheiungen entstanden. Es ist nicht zu verwundern, dafs, durch anderweitige äufsere Verhältnisse unterstützt, das Streben nach Freiheit alle Verhältnisse durchdrang, sich in den verschiedenartigsten Beziehungen geltend machte und zuletzt alle vernünftigen Grenzen überschritt.

Wenden wir uns jetzt zur *Baukunst.* Die evangelische Religion mufste offenbar, sobald die Verstandesthätigkeit in ihr vorzuherrschen anfing, aller Kunst, und namentlich der tief gemüthlichen germanischen, abhold sein; und wäre dies auch nicht gewesen, so konnte sie doch in ihr, nachdem sie in ihrer Anwendung auf katholische Kirchen durch übergrofsen Reichthum entstellt war, unmöglich die von demselben Geiste ursprünglich erzeugte Kunst wiedererkennen. Es war natürlich, dafs der germanische Baustyl unter den da-

maligen Verhältnissen verkannt und als ein Erzeugnifs des Katholicismus verachtet wurde. Wozu aber sollte man nun greifen? Der natürliche Gang wäre gewesen, dafs man, in Ermangelung eines andern Baustyls, den germanischen zwar beibehalten, ihn aber mehr und mehr vereinfacht und ihn dann so, wie er früher durch Reichthum verdorben war, jetzt vielleicht umgekehrt durch Verarmung zu Grunde gerichtet hätte, bis der einst so herrliche Baum, aller Blüthen beraubt, als ein dürrer, verwitterter Stamm bettelarm da stand. Vor dieser Entweihung, die sein Wiederaufleben für alle Zeiten unmöglich gemacht haben würde, sollte indessen dieser Baustyl bewahrt werden, damit ihn die dankbaren Enkel als den *ächt-christlichen*, und zugleich als einen *deutschen* Baustyl, wiedererkennen möchten. Und so war es denn in der That ein Glück, dafs gerade damals in Italien die in allen andern Ländern längst vergessene römische Bauart aus dem Schutte der Vorzeit wieder hervorgerufen wurde; und getrost mögen wir *hierin* die innere *Nothwendigkeit* dieser Erscheinung erkennen. Dafs gerade in einem katholischen Lande, und unter den Augen des Pabstes, die *Renaissance* zum Vorschein kam, ist nicht befremdend. Wir haben gesehen, dafs Italien seit der Völkerwanderung einen eigenthümlichen Baustyl nicht besafs, und dafs auch der germanische Baustyl, weder für die damalige katholische Religion, noch für das südliche Clima Italiens erfunden, sondern dafs er nur von Deutschland her dort eingeführt war. Sobald also die Baukunst in Italien wieder zu selbstständigen Bestrebungen erstarkte, konnten diese nach keinem andern Ziele hingerichtet sein, als nach der Wiederbelebung der *antiken* Kunst; und während sich in frühern Zeiten, aus Mangel an tüchtigen einheimischen Baumeistern und wegen des überwiegenden Einflusses christlicher Ideen, dieses Streben nur auf das Festhalten einzelner antiker Reminiscenzen beschränkt hatte, war jetzt, nachdem die christliche Baukunst mehr und mehr ausgeartet und namentlich in Italien mit altrömischen Formen weit umfassender als früher vermischt worden war, nachdem die Idee des Christenthums einen sehr weltlichen Character angenommen hatte und der Wunsch, das neue christliche Rom mit dem Glanze und der Geltung der alten weltbeherrschenden Roma zu umgeben, der verhafsten neuen Lehre gegenüber, lebhafter als je geworden war, der geeignete Zeitpunct gekommen, die antike Baukunst, welche ohnehin der zunehmenden Vorliebe für den Palastbau mehr entsprach, wieder ins Dasein zu rufen und über alle christlichen Lande zu verbreiten. Dafs auch die Protestanten die Renaissance bereitwillig annehmen würden, war bei den oben geschilderten, für die Kunst

sehr traurigen Zuständen zu erwarten; wenn gleich es allerdings eine seltsame Verirrung war, erst den in seinem innern Wesen mit der Grund-Idee der *Reformation* übereinstimmenden germanischen Baustyl, und dann wieder die *ächt römische* Abstammung der Renaissance zu verkennen: aber man hatte die für katholisch gehaltenen alten Kirchen vor Augen, und woher der neue Baustyl kam, danach fragte man nicht.

Die neuere Baukunst, in allen ihren verschiedenartigen Richtungen speciell zu verfolgen: dazu würde ein eigenes Werk gehören; was wir davon zu berichten haben, läfst sich in wenige Paragraphen zusammenfassen.

§. 186.
Der Renaissance-Styl in Italien im funfzehnten Jahrhundert.

Indem man zum römischen Baustyle zurückkehrte, sah man sich ungefähr auf derselben Stelle, von welcher man beim Aufsuchen eines eigenthümlichen christlichen Baustyls ausgegangen war; nur mit dem Unterschiede, dafs man jetzt, statt vorwärts zu streben, zurückging, und dafs man dabei allerdings bessere Muster des römischen Styls fand, als die verschiedenen Länder beim Übergange zum Christenthum aufzuweisen hatten. Dennoch nahm man nicht gleich die wenigen, noch etwa aus der Zeit des *Augustus* vorhandenen Überbleibsel zum Vorbilde, sondern es nahmen natürlich die zahlreichen und prachtvollen Werke aus den Zeiten der *letzten Kaiser* die Aufmerksamkeit vorzugsweise in Anspruch.

Filippo Brunelleschi (1375 bis 1444) ist als der Begründer der Renaissance zu betrachten. Die colossale Kuppel auf dem oben erwähnten unvollendeten germanischen *Dome S. Maria del Fiore zu Florenz* war der erste Bau der Renaissance. Auf welche Weise der Baumeister der Kirche, *Arnolfo di Lapo,* die Überwölbung der 130 F. weiten Kuppel ursprünglich beabsichtigt hatte, ist nicht bekannt. Das Unternehmen wurde damals für so bedeutend gehalten, dafs man 1420 eine Versammlung von Baumeistern aller Länder berief, um über die Möglichkeit der Ausführung zu entscheiden; nur *Brunelleschi* wagte es, die Verantwortlichkeit dafür zu übernehmen, hatte jedoch lange gegen das Mifstrauen zu kämpfen. Durch die achteckige Grundform war die Hauptgestalt und der Anschlufs an den germanischen Bau gegeben. Die Kuppel erhebt sich auf zwei niedrigen lothrechten Geschossen in steilem Bogen, achtseitig, mit vortretenden Rippen. So ist der Bau in seiner

Grundform noch italienisch-germanisch und, mit Ausschlufs der, erst 1461 nach *Brunelleschi's* Tode aufgesetzten kleinen Laterne, ist nur die sehr magere äufsere Verzierung der lothrechten Wände, mit den weit auseinander stehenden Eckpilastern und den nach römischer Unsitte darüber hinausgekröpften Gebälken, als römisch anzusehen. Es zeigt sich hieraus, welch' einen armseligen Anfang die Renaissance genommen hat; jedoch erfahren wir aus der von *Brunelleschi* vor der Baumeisterversammlung gehaltenen Rede, dafs er sich durch die ihm gegebene achteckige Grundform, in welcher er die gröfseste Schwierigkeit sah, beschränkt hielt; er sagt ausdrücklich, dafs er auf eine Rotunde die Methode der Alten anwenden würde.

Ein anderes Bauwerk des *Brunelleschi* ist der *Palast Pitti* zu *Florenz*. Derselbe ist ein nicht sehr grofses zweistöckiges Gebäude, auf hohem Unterbau, mit glatten Quadermauern, einfachen Gesimsen, mit Geländern und halbrund geschlofsnen Thüren und Fenstern, deren äufsere Bogenlinie einen stumpfen Spitzbogen bildet. Obgleich die Gesimsprofile und die mächtig tiefen Fugenschnitte der Quadern (die Bossage) entschieden dem römischen Baustyle entlehnt sind, hat doch das Ganze noch einen mittelalterlichen Character. Noch mehr gilt dies von den Bauwerken der Nachfolger des *Brunelleschi:* dem Palast *Medicis* oder *Ricardi,* dem Palast *Strozzi* zu *Florenz* und andern; deren wir deshalb noch bei den letzten germanischen Bauwerken gedachten.

Unter den nachfolgenden Baumeistern zeichnet sich znnächst *Alberti* (1398 bis 1472) durch eine strengere Auffassung der Antike aus. Er schrieb darüber nicht nur ein gelehrtes Werk, sondern er gab auch seinen Bauwerken einen reineren Styl; wie es namentlich das *Äufsere* der Kirche des *heiligen Franciscus* zu *Rimini* beweiset. Im Innern scheint man hier alte Spitzbogenreste beibehalten zu haben. Hier sehen wir eine reine Façade, mit einfachen Pfeiler-Arcaden; die unvollendete Giebelseite dagegen ist reicher, aber, weniger löblich, mit corinthischen Halbsäulen und herausgekröpftem Gebälk verziert. Obgleich an den Bauwerken *Alberti's* die mittelalterlichen Einwirkungen ziemlich ganz aufhören, sind dieselben doch, im Vergleich mit den frühern gemischten Bauwerken, auffallend nüchtern, so dafs man ihnen kaum den Vorzug geben darf: der sicherste Beweis, dafs man sich mit der Renaissance überhaupt auf einem Irrwege befand.

In *Venedig* sehen wir gegen Ende des funfzehnten Jahrhunderts die früher gedachte eigenthümliche mittelalterliche Palastform im Ganzen zwar noch beibehalten, die Details wurden jedoch antik gebildet. Auch hier wieder wird

man gestehen müssen, dafs der besonders gefällige Eindruck, welchen diese Bauwerke machen, eben jener im Mittelalter festgestellten Gesammt-Anordnung zuzuschreiben sei. Nicht minder dient ein aus der frühern Zeit des Mittelalters herübergenommener musivischer bunter Schmuck von Kreisen, Füllungen u. s. w., den glatten Mauern zu einer mit dem Character des Ganzen übereinstimmenden Zierde.

Noch ist aus dem funfzehnten Jahrhundert der Bauwerke zu *Verona* und *Bologna* zu gedenken. Letztere haben unten auf der Erde die offnen Säulenhallen, welche, zu bedeckten Spaziergängen dienend, für Italien sehr characteristisch und passend sind.

§. 187.

Der Renaissance-Styl in Italien im sechzehnten Jahrhundert.

Mit den spätern Bauwerken *Bramante's* (1444 bis 1514) beginnt, dem von *Alberti* eingeschlagenen Wege folgend, eine noch gröfsere Strenge in der Nachbildung der antiken Formen; zugleich aber auch eine noch auffallendere Nüchternheit. Der *Palast der Cancellaria* zu *Rom* hat eine dreistöckige, 254 F. lange Façade. Das untere Stockwerk hat eine glatte Bossage und halbrund geschlossene Fenster; die beiden obern Stockwerke sind gleichmäfsig mit Pilastern besetzt; die Brüstungshöhe ist zu Piedestalen benutzt, die Gebälke gehen ununterbrochen fort, die Mauerfelder sind abwechselnd schmaler und breiter; in den letztern sind die Fenster angebracht, mit architravirter Einfassung und gerader Bedachung; die Fenster des zweiten Stockwerks (der Bell-Etage) sind unter der Verdachung durch Halbkreise geschlossen; über den Fenstern sind noch kleine runde, und halbrunde Licht-Öffnungen; das Ganze ist ohne alle Kraft und Anmuth. Schöner ist, wie fast überall in Italien, die Architectur im Innern; namentlich durch die vorn offenen Säulenhallen und die umschlofsnen Höfe. Ein anderes Werk des *Bramante* ist die berühmte kleine Kirche *S. Pietro* in *Montorio:* ein Rundbau mit Kuppel; unten von einer dorischen Säulenstellung mit Galerie umgeben. Hier sehen wir zuerst das vollständige dorische Triglyphen-Gebälk; aber freilich ganz auf die verunstaltete römische Weise; die Säulen ohne Caneluren, mit Basen und leichten Capitälen. Das obere Stockwerk ist durch Pilaster ohne Capitäl (Lisenen) in Felder getheilt, in welchen sich abwechselnd geradsturzige Fenster

und rundbogige Nischen mit Statuen befinden; ähnlich ist die runde Wand in der unten Säulenhalle gestaltet.

Noch ungleich nüchterner sind die Bauwerke des ***Peruzzi*** (1481 bis 1536). Ein kleiner ***Palast,*** neben dem Palast *Spada*, hat in beiden obern Stockwerken weit gespreizte Pilasterreihen, mit gewöhnlichen Fenstern dazwischen. Am ***Palast Massimi,*** von demselben Meister, sieht man den wunderlichen Widerspruch, dafs das Erdgeschofs eine enge Pilasterreihe hat, mit vollständigem Gebälk, während darüber die schwere Masse eines ganzen und zweier Halbgeschosse, mit starker Bossage und viereckigen Fenstern, ohne alle Gurtgesimse steht.

Der ***Palast Pandolphini*** zu ***Florenz,*** von ***Raphael Sanzio*** (1483 bis 1530) erbaut, zeigt einerseits, dafs auch hier die edlere Architectur des funfzehnten Jahrunderts (die toscanische Schule) verschwunden war, andrerseits aber, wie sehr die Baukunst gegen die Malerkunst zurückstand. Das Gebäude unterscheidet sich zwar vortheilhaft durch ein kräftiges Hauptgesims; aber dadurch, dafs die glatten Mauern eine schwer vortretende Eckquaderung, die Fenster, aufser der architravirten Einrahmung, vortretende Brüstungen, Pilaster und abwechselnd dreieckige und runde Giebel haben, und besonders, dafs die Fenstergebälke in der zweiten Etage über die ganze Fronte hinlaufen, ist das Werk eines Meisters wie ***Raphael,*** der nicht blofs als Maler, sondern auch als Architect berühmt ist (denn auch sein Entwurf zur ***Peterskirche*** wird sehr gelobt), nicht würdig.

Eine ähnliche Architectur, nur ausgedehnter und gefälligerer angeordnet, sehen wir an dem ***Palast Farnese*** zu ***Rom;*** von dem florentinischen Baumeister *San Gallo* (gestorben 1546).

Ein zweiter berühmter Maler, ***Giulio Romano*** (1492 bis 1546), hat unter andern den Palast T zu ***Mantua*** hinterlassen. Hier zeigt sich wieder, in einem einzigen Stockwerke, eine weitgespreizte dorische Pilasterstellung, mit durchlaufendem Piedestal und Triglyphen-Gebälk, in den Feldern mit zwei Reihen Fenstern ohne alle Einfassung; das obere Halb-Geschofs ist schwerer gequadert, als das untere.

Lobenswerther sind die Werke des *San Micheli* (1484 bis 1549). Wenn gleich sein ***Festungsthor*** zu ***Verona*** durch die Bossage nur mehr zufällig den richtigen Character trifft und übrigens ein ziemlich wunderlicher Bau ist, so kann doch dagegen der von ihm erbaute ***Palast Pompei*** zu ***Verona*** fast ein Muster des Renaissancestyls genannt werden. Derselbe ist ein

zweistöckiger Bau von mäfsiger Gröfse. Das untere Geschofs ist einfach schwer gequadert und hat rundbogige Fenster; im zweiten Geschofs ist eine römisch-dorische Säulenstellung mit einfachen Piedestalen, zwischen welchen sich die Geländer des Balcons anschliefsen. Es hat ein Triglyphen-Gebälk und eine glatte Attica darüber. Die Fenster sind halbrund überwölbt, mit Kämpfern, Archivolten und grofsen Masken im Schlusse; die Verhältnisse der Formen sind lobenswerth.

Mit dem als Maler, Bildhauer und Baumeister gleich berühmten *Michael Angelo Buonarotti* (1474 bis 1564) beginnt wiederum ein Wendepunct der modernen Kunst. Im Gefühle seiner ungewöhnlichen Kraft, und vorzüglich nach malerischer Wirkung strebend, verwarf er sowohl die von den bisherigen Baumeistern beobachtete treue Nachahmung der Antike, als überhaupt jede tiefere Begründung der architectonischen Formen, und öffnete dadurch der Willkür der spätern Zeit Thür und Thor. Die in seinem Todesjahre erbauete *Porta Pia* ist ein starkes Beispiel jener Entartung.

Der bedeutendste Bau *Buonarotti's*, und das entschieden wichtigste Werk der modernen Baukunst überhaupt, ist die weltberühmte *Peterskirche* zu *Rom*. Nach verschiedenen Planen (von *Bramante, Raphael, San Gallo*) und nach verschiedenen Anfängen des Baues selbst, seit 1450, war doch das Werk 1546, als *Buonarotti* es übernahm, noch nicht weit vorgeschritten. Er entwarf einen neuen Plan, nach welchem die Kirche, 10 Jahr nach des Meisters Tode, vollendet wurde.

Sie ist, im Grundplan, im Innern ein griechisches Kreuz, vorn mit geradem Porticus; die drei andern Arme sind halbrund geschlossen; in der Mitte erhebt sich eine Rotunde, mit Kuppel. Dieses Kreuz wird von vier Nebenschiffen durchzogen, welche ein Quadrat bilden und an den vier Ecken kleinere Kuppeln haben. Aufsen ist das Gebäude ein übereck gerichtetes Quadrat, mit abgerundeten Ecken und dreiseitigen Vorsprüngen an den Seiten, welche den Ecken der Nebenschiffe Raum geben. Das Langhaus ist später vorgebaut. Die Kirche hat äufserlich *ein* Stockwerk, mit stark heraustretenden und gruppenweise geordneten corinthischen Pilastern, über deren Gebälk eine sehr hohe Attica mit Geländer und Plateform als Dach steht. Aus dieser erhebt sich auf dem glatten und quadratischen Unterbau eine Rotunde, sechzehnseitig, von gekuppelten Pilastern und Säulen umgeben, die letztern freistehend, aber nicht zu einer umlaufenden Halle verbunden, vielmehr mit den widerwärtigen, abgesonderten, d. h. übermäfsig stark heraustretenden Gebälk-

stücken bedeckt. Darüber ist abermals eine Attica mit Pfeilern und Füllungen, welche mit Blumengewinden verziert sind. Von hier aus steigt die ziemlich steile Kuppel, mit vortretenden Grad-Ecken und mit kleinen Lichtluken in den Feldern, empor, welche den eintönigen, gegen die übrige Architectur sehr abstechenden Dachflächen einiges Leben geben. Oben schliefst das Bauwerk eine Laterne, welche aus einem Säulen-Umgange, einer Attica, mit schnörkelförmig emporragenden Pfeilern, und der eingezogenen Bedachung besteht. Die Grundformen haben vielfach gebogene Linien, Vor- und Zurücksprünge; alle Gesimse und Gebälke haben zahlreiche Verkröpfungen; die vielen Fenster haben eine sehr verschiedene Gröfse, Stellung und Form, und theils blofse Einfassungen, theils tabernakelartige Einrahmungen mit geraden und runden Giebeln. Bei aller Überladung und Willkür zeigt sich doch in der steten Wiederholung der Haupt-Anordnung, mit Pfeilerstellung und Attica, an der Kirche, der Kuppel und der Laterne, eine auffallende Armuth der Erfindung. Auch im Innern, obgleich sich dasselbe, da so bedeutende Vorsprünge hier nicht Statt finden konnten, klarer gestaltet, fehlt es nicht an Gebälkverkröpfungen, canelirten Pilastern mit schwerfälligen Säulencapitälen, bizarren Fenstern und willkürlichen Formen und Verzierungen.

Allerdings kann ein Bauwerk von solcher *Gröfse* und *Pracht* eine überwältigende Wirkung nicht verfehlen. Diese Wirkung wird jedoch lediglich von der Gröfse, und dann von der Hauptform, die wir schon öfter als diejenige bezeichneten, welche die erhabene Bestimmung einer christlichen Kirche am kräftigsten und schönsten ausdrückt, und die wir deshalb auch schon öfter antrafen, hervorgebracht, keineswegs aber von dem Baustyl unterstützt. Wie ungleich kräftiger und harmonischer würde der Gesammt-Eindruck sein, wenn das Gebäude die reinen germanischen Formen (versteht sich mit wesentlich anderen Verhältnissen) hätte. Zwar vermochte *Buonarotti* seinem Werke diejenige Schönheit zu geben, welche, unabhängig vom Styl, in der Grundgestaltung sich ausspricht: zwar mochte er die gänzliche Unzulänglichkeit des Renaissancestyls dunkel fühlen, und eben deswegen sich bemühen, aus seiner reichen Phantasie den Ausdruck eines kräftigern Strebens hineinzulegen: allein, dafs selbst ein solcher Riesengeist die Baukunst nur noch mehr verdarb, ist der sicherste Beweis, dafs der herrschende Baustyl nicht der rechte war, und dafs man sich auf einem falschen Wege befand.

Der Richtung, welche *Buonarotti* einschlug, folgte man zwar erst später allgemein, und ging darin weiter; indessen treffen wir auch schon bei

den gleichzeitigen Baumeistern mitunter Verwandtes, und es macht sich ein oft lobenswerthes Bestreben nach reicherer Entfaltung in der Gesammtform bemerklich.

Als ein Muster zeichnet sich hier die von ***Pirro Ligorio*** (1580 gestorben) erbauete ***Villa Pia*** im Garten des Vatican zu Rom vortheilhaft aus. Das nicht grofse Hauptgebäude, von ganz einfacher Architectur, mit verschiedenen ungleichen Flügeln, wie sie einem Landhause anstehen, hat hinterwärts einen thurmartigen Aufbau, um eine schöne Aussicht zu gewinnen, vorn einen hohen Querbau, welcher unten das reich und zierlich geschmückte Vestibulum bildet. Abweichend von der herrschenden Pilaster-Relief-Architectur hat dieses einfache oblonge Gebäude im obern Stockwerke einen sehr ansprechenden Schmuck zierlicher Arabesken-Friese und Lisenen, mit einfachen Fenstern, obgleich mit buntscheckigen Verzierungen darüber und dazwischen. Vor dem Vestibulum liegt ein ovaler Rasenplatz, mit einer Fontaine und von Bänken eingefafst, vorn mit einem zweistöckigen bedeutenden Porticus mit Säulenhallen und zu beiden Seiten mit zwei kleinen einstöckigen Lauben. Das Ganze ist eine sehr gefällige Gruppe und scheint fast eine Nachbildung der altrömischen Villen zu sein.

Ein bei weitem ausgedehnteres Bauwerk, von ähnlicher theatralischer Anordnung, doch ohne die gefällige Gruppirung, und von einer strengern, aber weniger lieblichen Architectur, ist das ***Schlofs Caprarola*** bei ***Rom;*** von dem durch seine Schrift über die Säulen-Ordnungen unter dem Namen ***Vignola*** bekannten ***Giacomo Barozzio*** (1507 bis 1573). Dieses Schlofs ist ein Fünfeck, auf einem hohen Unterbau, dessen Ecken bastionartig vorspringen. Das eigentliche Gebäude hat zwei Stockwerke, an den fünf Ecken mit soliden Massen, dazwischen unten jonische Pilasterhallen und Arcaden, oben eine corinthische Pilasterreihe en relief; das Gebälk derselben hat keinen Fries; oder es ist derselbe vielmehr mit Kragsteinen besetzt. Das obere Stockwerk hat noch ein Halbgeschofs, dessen quadratische Fenster unmittelbar auf den wagerechten Bedachungen der Hauptfenster stehen. Die Reinheit des Styls wird wohl mit Unrecht gerühmt. Der Unterbau hat unten geböschte glatte Mauern, darüber lothrechte Wandungen; die Bastione sind glatt und voll; dazwischen sind Fenster mit geradlinigen und runden Frontons. Zum Eingange führen mehrere Treppen und Vorhöfe, mit besondern Portiken. Der innere Hof ist rund und mit Galerieen umgeben.

Galeazzo Alessi (1500 bis 1572) hat in seinen Palastbauten gefällige Formen innerer Höfe; darunter namentlich den des ***Palastes Sauli*** zu ***Genua.***

Wie gewöhnlich ist der Hof ein Viereck, von offnen Arcaden in zwei Stockwerken umgeben, unten toscanisch, oben jonisch. Die Säulen stehen abwechselnd etwas näher und entfernter; die näher stehenden sind durch ein isolirtes, glattes Gebälk verbunden; die entfernter stehenden sind mit Bögen überspannt, welche sich auf die Gebälke stützen; die Mauer zwischen den Bögen hat quadratische Felder, mit zirkelrunden Nischen darin, in welchen Büsten aufgestellt sind. Darüber läuft ein zweites, bedeutend höheres Gebälk hin. In derselben Art folgt das zweite Stockwerk, mit einem Dockengeländer zwischen den Piedestalen der Säulen (während die untern Säulen blofse Sockel und Basen haben). Das obere Gesims ist kräftig, hat Sparrenköpfe, und der Fries ist mit Arabesken verziert; auf dem Gesimse steht das Geländer des flachen Dachs. Die hintern Wände der Halle haben Pilaster-Arcaden en relief, mit Bildernischen, Thüren und Fenstern. Ist gleich die Anlage den Principien der ältern und reinern Antike zuwider, so macht doch das Ganze einen angenehmen Eindruck; und das ist am Ende Alles, worauf die damalige Architectur noch Anspruch machen konnte.

Dagegen ist die von demselben Meister erbaute ***Kirche de l'assomption zu Genua*** ein sehr nüchternes, in der Grundform völlig verfehltes Bauwerk. Der Grundrifs derselben ist aufsen ein Quadrat; an den vier Ecken springen nach innen Thürme hinein, zwischen welchen sich Capellen an die Fronten lehnen, die nach innen zu offen sind. Das auf solche Weise bleibende innere Quadrat ist in neun, durch Bögen verbundene Theile getheilt, deren mittler auf vier mächtigen Pfeilern eine Rotunde mit Kuppel und Laterne trägt, während die vier Theile in den Ecken winzig klein sind, in der äufsern Ansicht von unten kaum sichtbare Kuppeln mit Laternen haben und die dazwischen liegenden vier Theile mit Tonnengewölben und Giebeldächern bedeckt sind. Ist hier gleich die lobenswerthe Grundform des griechischen Kreuzes mit hochstrebendem Mittelbau vorhanden, so geht doch der darin liegende Character für eine Kirche gänzlich verloren, indem die Thürme an den Ecken, mit ihren glockenförmigen Dächern, fast so hoch sind, als die mittlere Kuppel. Aufserdem giebt die weite Entfernung der Thürme, die winzige Kleinheit der dicht daneben stehenden Nebenkuppeln, und die besonders für Thürme ganz unleidliche Pilaster-Architectur, dem Gebäude ein mageres, gespreiztes Ansehen, welches durch die kleinen Fenster noch unangenehmer gemacht wird.

Von ***Sansovino*** (***Jacopo Tatti,*** 1479 bis 1570) ist unter andern, sehr nüchternen Werken, die ***Bibliothek*** von ***S. Marco*** in Venedig zu nennen,

welche durch die, das Gebäude auf drei Seiten umgebenden, von Alters her in Venedig üblichen Arcaden und durch einen reichen Bildhauerschmuck einen eigenthümlichen Reiz erhält; der aber durch die Architectur selbst wieder sehr vermindert wird. Die untern Arcaden werden von Pilastern mit Halbsäulen gebildet; die letztern gehen bis zum Gebälk, die Pfeiler nur bis zu den Kämpfern hinauf, auf welchen die mit Masken, Archivolten und Sculpturen in den Bogenzwickeln geschmückten Bögen stehen. Das dorische Gebälk hat ein volles *Drittheil* der Säulenhöhe; der Fries, die Triglyphen und die Metopen sind verziert; das Gesims hat Zahnschnitte. Die obere Ordnung ist jonisch. Hier werden die gebälkartigen Kämpfergesimse der Bögen von besondern, isolirten und ausnahmsweise canelirten Säulchen gestützt, welche indefs, dem Geländer der Halle entsprechend, eben so hohe Piedestale wie die Hauptsäulen haben. Das jonische Gebälk hat sogar die *halbe* Säulenhöhe. Das Übermaafs liegt besonders im Friese, der mit viereckigen Medaillons, Blumengewinden und Knabenfiguren verziert ist. Über dem von Kragsteinen unterstützten Gesimse erhebt sich noch eine Balustrade, auf deren Pfeiler Statuen und auf den Ecken kleine Obelisken stehen.

An dem Hofbau des *Palast Pitti* zu *Florenz* von *Ammanati* (1510 bis 1592) würde die Einfachheit der Architectur zu loben sein, wenn nicht auch die Pilaster (unten dorisch, in der mittlern Etage jonisch, in der obern corinthisch) Bosse-Quadern hätten. Während sich hier eine ungemeine, für einen Palast unpassende Schwerfälligkeit zeigt, ist dagegen der *Dreieinigkeitsbrücke* zu *Florenz*, von demselben Meister, durch allerlei Füllungs- und Leistenwerk der Schein einer unpassenden *Zierlichkeit* gegeben.

Von *Palladio* (1518 bis 1580) ist der *Palast Trissini* durch eine regelmäfsige und gleichwohl nicht steife Gruppirung und durch eine einfache Architectur ausgezeichnet, obgleich dieselbe schon etwas ärmlich genannt werden könnte, und der auf Schnörkeln ruhende Aufsatz auf der mittlern Kuppel widerlich ist. Eine ähnliche lobenswerthe Einfachheit, die dem *Palladio* überhaupt nachzurühmen ist, hat die von ihm ausgeführte Wiederherstellung der alterthümlichen *Basilica* von *Vicenza*. Er liefs die verfallenen Seiten-Anbaue abnehmen und bauete statt derselben Arcaden von zwei Stockwerken, nach der damals üblichen und schon bei der Bibliothek zu Venedig beschriebenen Art, mit isolirten Säulchen unter den zwischen den Hauptsäulen befindlichen Bögen. Die Eigenthümlichkeit dieser Anordnung ist hier dadurch noch auffallender, dafs die grofsen Halbsäulen sehr weit auseinander und die isolirten Säulchen dop-

pelt hintereinander und entfernter von den ersten stehen, und ihnen entsprechende Pilaster aus den Pfeilern hinter den Halbsäulen hervortreten. Der Gewohnheit nach ist die untere Ordnung dorisch (d. h. immer römisch-dorisch), mit Triglyphenfries, und die obere jonisch; auf dem obern Gebälk steht ein Geländer, mit Statuen auf den Pfeilern; an den Ecken sind die Säulen gekuppelt. Im höchsten Grade ärmlich und unschön ist die Bekleidung, welche *Palladio* der über den Arcaden hervorragenden Mauer des alten Schiffs von aufsen gab. Der untern Eintheilung entsprechend, stehen hier die corinthischen Reliefpilaster eben so weit auseinander, und das mit einem schwerfälligen Dockengeländer belastete Gesims ist so niedrig, dafs diese, freilich nur scheinbar constructiven Theile äufserst gebrechlich aussehen. Die Mauerfelder, mehr breit als hoch, sind ganz glatt und haben nur in der Mitte ein kleines rundes Fenster. Das Dach ist hoch und hat gebogene Flächen; die drei Statuen auf dem Forst sehen gegen die grofse glatte Masse sehr kleinlich aus.

Am Schlusse des Jahrhunderts thut sich unter den Bauwerken des *Domenico Fontana* (1543 bis 1607), des berühmten und reich belohnten Wieder-Errichters des grofsen Obelisk unter Sixtus V., ein Werk hervor, welches sich durch seine Einfachheit und durch die dadurch erreichte imposante Wirkung unter den damaligen bunten Gebäuden auszeichnet, freilich aber nur eine geringe Erfindungsgabe verräth. Es ist dies der *Lateranische Palast:* ein ausgedehntes Viereck von drei Stockwerken, ohne die eben so tadelnswerthen, als allgemein gewordenen Pilaster und Gebälke en relief. Man sieht zwischen den mit vortretenden Quadern eingefafsten Ecken nur die glatten Wände; Gurt und Brüstungsgesimse haben geringe Profile; die Fenster haben unten eine architravirte Einfassung und gerade Bedachungen; in beiden obern Etagen sind Pfeiler und abwechselnd geradlinige und runde Giebel. Das Ganze krönt ein sehr bedeutendes Hauptgesims, dessen Fries mit kleinen Fensterschildern und Blumengewinden verziert ist.

Aus derselben Zeit ist noch eines der zierlichsten Bauwerke in *Venedig* zu erwähnen, der *Procuratie nuove* von *Scamozzi* (1552 bis 1616). Die beiden untern Stockwerke desselben sind als getreue und absichtliche Nachahmungen der auf demselben Platze von *Sansovino* erbauten und schon beschriebenen Bibliothek zu betrachten; nur dafs hier die Gebälke die richtigen und im Ganzen schönere Verhältnisse haben. *Scamozzi* hat es gewagt, den damals herrschenden Begriffen von strenger Symetrie entgegen, seinem Gebäude, statt es durch übertrieben hohe Gebälke und Balustraden in die Höhe

zu treiben, noch ein drittes Stockwerk aufzusetzen; was nicht, wie es zu seiner Zeit geschah, wegen des Mangels an genauer Gleichheit mit dem gegenüberstehenden Bibliothekgebäude, wohl aber um deswillen zu mifsbilligen sein dürfte, dafs die volle Mauer zu schwer für die untern, so sehr zierlichen Arcaden ist, obgleich der Baumeister durch grofse Fenster, durch die corinthische Säulen-Ordnung und durch zierliche Formen den Übelstand zu vermindern suchte. Die Hauptpilaster (natürlich mit Piedestalen und Säulen-Capitälen) sind glatt, die kleinen Fensterpilaster canelirt, die Giebel darüber abwechselnd geradlinig und rund. Das Gebälk hat unangenehme Verhältnisse; der Architrav ist dünn, der Fries fehlt beinahe ganz. Die Felder der Fensterbrüstungen sind, dem untern Geländer gemäfs, mit Docken verziert.

(Die Fortsetzung folgt.)

3.

Der Tunnel von Lioran.

(Aus den „Annales des ponts et chaussées. Jahrgang 1846. 2ter Band." Von Herrn *Ruelle*, Brücken- und Wege-Ingenieur zu Aurillac.)

Vorbemerkung des Herausgebers dieses Journals.

Die Benutzung einer Strafse, besonders einer Eisenbahn, ist in einem Tunnel offenbar viel mehreren und gröfseren Gefahren ausgesetzt, als unter freiem Himmel; vorzüglich, wenn etwa der Tunnel, mag er auch durch festen Felsen gebrochen sein, nicht durchweg mit unverwitterlichen Steinen ausgewölbt und nicht beständig hinreichend hell beleuchtet ist; denn es können sich durch Verwitterung und durch die Wirkung von Einsickerungen, so wie auch selbst durch die Erschütterungen durch die Wagenzüge, Steinstücke ablösen und entweder die Fuhrwerke unmittelbar beschädigen, oder auf die Schienen fallen, wo man sie nicht so sicher wahrnimmt, als am Tageslicht, also die gröfsten Unfälle verursachen. Auch ist für die durch den Tunnel reisenden Personen, besonders wenn der Stollen sehr lang ist, die verdorbene und im heifsen Sommer gegen die äufsere sehr kühle und feuchte Luft, wenn nicht etwa der Tunnel beständig gelüftet wird, nicht ohne Nachtheil. Ferner kann der Bau eines Tunnels, wie man recht deutlich aus der hier folgenden Abhandlung sieht, für die dabei beschäftigten Arbeiter grofse Gefahren haben; und endlich ist ein Tunnel ungemein kostbar. Die laufende Ruthe, wie sich ebenfalls aus der Abhandlung ergiebt, kann, ohne die Eisenbahn, *Tausend* Thaler und darüber kosten; was für die Meile *Zwei Millionen* Thaler ausmacht, also wohl *zehnmal* so viel, als der Damm und die Brücken einer Eisenbahn, selbst in schon sehr schwierigen Fällen kosten.

Man sollte daher aus allen diesen Gründen Tunnels so viel als nur immer möglich ist zu vermeiden suchen; *unbedingt* aber da, wo die Umgehung eines Berges, oder das Übersteigen desselben mit Hülfe von Einschnitten und Anschüttungen, zusammen mit Dem, was etwa die mehr nöthige Zugkraft,

als Zins zu Capital geschlagen, beträgt, noch nicht mehr kostet als der Tunnel kosten würde.

Indessen kann es allerdings vorkommen, dafs Tunnels *unvermeidlich* sind; wie es sich z. B. in dem Falle, auf welchen sich die hier folgende Abhandlung bezieht, gezeigt zu haben scheint. In solchen Fällen sind Tunnels ein schätzbares *Aushülfsmittel*, auch da noch eine Strafse herzustellen, wo sonstige Mittel nicht mehr ausreichen; ganz so wie möglicherweise Ketten- und Drahtbrücken ein letztes Aushülfsmittel da sind, wo sich andere Brücken nicht mehr ohne unverhältnifsmäfsige Kosten ins Werk richten lassen. Auch zu Hängebrücken sollte man nur da seine Zuflucht nehmen, wo sicherere Arten von Brücken gar zu theuer sind; denn auch die Hängebrücken sind und bleiben, bei aller Vorsicht, immer viel gefährlicher, als Bogenbrücken; und die Gefahr nimmt mit dem Alter der Brücken zu, während es, wenigstens bei *steinernen* Bogenbrücken, eher umgekehrt ist. Die Tragkraft der Hängebrücken beruht auf dem, mit der Zeit abnehmenden Widerstande des Eisens gegen das *Zerreifsen*, und dieser Widerstand ist *bei weitem* schwächer, und besonders *unsicherer*, als der Widerstand des Eisens oder Steins gegen das *Zusammendrücken*, worauf die Tragkraft der Bogenbrücken beruht, während, wenigstens *steinerne* Bogen, mit der Zeit immer fester werden.

Da indessen Tunnels, wie gesagt, immer ein schätzbares Aushülfmittel sind, in Fällen, wo andere Mittel nicht ausreichen, so ist es gewifs nützlich und nöthig, die *Erfahrungen*, welche man bei den Tunnels gemacht hat, zu sammeln und zu kennen, insofern zu hoffen ist, dafs der Bau von Strafsen, und besonders von Eisenbahnen, auch fernern Fortgang haben werde. Die hier folgende Abhandlung liefert einen trefflichen Beitrag zu jener Sammlung von Erfahrungen, und daher haben wir geglaubt, dafs ihr hier eine Stelle gebühre; und zwar nicht blofs die *Worte* übertragen, sondern auch wieder die französischen Maafse, Gewichte etc. auf Preufsische; was hier ganz besonders nöthig war. Wir theilen daher die Abhandlung hier folgend mit; auch noch um so mehr deshalb, weil dieselbe ein wahres Muster der Beschreibung des Baues eines grofsen Werks ist, wie sie nur ein so wohl und vielseitig unterrichteter und erfahrener Sachverständiger, als welcher der Herr Verfasser sich zeigt, geben kann. Man wird sie gewifs in vielem Betracht nicht ohne Interesse lesen.

Der Herausgeber dieses Journals fügt noch einige Worte hinzu, über die Bedingungen, welche nach seiner Meinung für Tunnels unerläfslich sind.

Erstlich sollte jeder Tunnel, so lang er auch sein mag, in einer einzigen ***schnurgeraden*** Linie fortlaufen; schon wegen der Kosten-Ersparung, und dann wegen der bessern ***Lüftung.*** Nur besonderer Umstände wegen dürfte aber auch, und nur selten, eine Abweichung von dieser Regel ***nothwendig*** sein.

Zweitens. Sollte man, wo es irgend möglich und der Berg nicht gar zu hoch ist, einige senkrechte Schachte von oben bis auf den Tunnel hinab ausbrechen; wo möglich wenigstens alle Hundert Ruthen; oder doch an den niedrigeren Stellen des Berges. Der Tunnel wird dann wieder an Lüftung, und auch wohl an Licht gewinnen. Und besonders würden dann, und nur dann, besonders wenn der Tunnel sehr lang ist, die Gewölbe mit dem Ausbruch Schritt haltend aufgeführt werden können, weil man dann die Baustoffe dazu durch die Schachte hinablassen und auch wohl den Ausbruch durch dieselben hinausbringen kann, so dafs Eins das Andere weniger hindert, als wenn Beides blofs durch den Ein- und Ausgang geschehen mufs. Die offenen Einschnitte am Ein- und Ausgange sollte man so weit als es nur möglich ist in den Berg hinein fortsetzen; schon um den Tunnel zu verkürzen.

Drittens. Jeder Tunnel, ohne alle Ausnahme, sollte ganz ***ausgewölbt*** werden; denn die Gefahr, dafs herabfallende Massen die Fahrt sperren, ist, besonders für eine Eisenbahn, gar zu grofs.

Viertens. Der Tunnel sollte immer reichlich so breit sein, dafs zwei Paar Eisenbahnschienen und zwei Fufspfade darin Raum finden; also in keinem Fall weniger als 24 F. breit. Es ist die Frage, ob es nicht besser sei, den Tunnel, statt elliptisch, mit einem Spitzbogen zu überwölben, aus zwei Kreisbogen zusammengesetzt, deren Mittelpuncte in den Fufspuncten und, mit dem Gipfel, in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks liegen. In solchem Fall wäre es dann, um die nöthige Höhe zu gewinnen, gut, den Tunnel noch ein Paar Fufs breiter zu machen; die Spitzbogenform des Gewölbes hätte den Vortheil, dafs sie mehr Tragkraft in der Mitte hat, und dafs dann ***alle*** Gewölbsteine ***dieselbe*** Form bekommen; was bei der Ellipse nicht der Fall ist.

Fünftens. Jeder Tunnel sollte ununterbrochen mit Gas ***beleuchtet*** werden, und etwa alle 20 Ruthen eine Flamme sein. Die Leitröhre findet in dem Gipfel des Spitzbogens ihre Stelle. Die Kosten würden nicht gar zu hoch sein; nemlich, in einem Tunnel von einer ***ganzen Meile*** lang, für die nöthigen 100 Flammen, jährlich nicht über 3000 Thlr. betragen.

Sechstens. Besonders Tunnels ***ohne*** Schachte, und wenn sie mehrere Hundert Ruthen lang sind, sollten ununterbrochen ***gelüftet*** werden. Die Kosten

sind wieder nicht sehr bedeutend. In der Beschreibung des Tunnels von Lioran (§. 78.) findet man, dafs *eines* Mannes Kraft hingereicht hat, um in der Secunde $32\frac{1}{3}$ Cub. F. Luft auf etwa 80 Ruthen weit aus dem Tunnel zu ziehen; was in 24 Stunden an $2\frac{2}{3}$ Millionen Cub. F. beträgt, so dafs also, um in einem *eine Meile* langen Tunnel, der etwa 11 Millionen Cub. F. Raum einnimmt, die Luft in 24 Stunden durch Ausschöpfen auf 1000 Ruthen weit ganz zu erneuen, nur etwa 50 Menschen- oder 7 Pferdekräfte, ununterbrochen wirkend, nöthig sein würden; was ebenfalls etwa 3000 Thlr. jährlich kosten kann.

Auf solche nothwendige Nebenkosten ist ebenfalls bei dem Vergleich der Kosten des Tunnels und der ihn umgehenden Strafse Rücksicht zu nehmen. Sie kommen zu Gunsten der umgehenden Strafse in Rechnung.

Siebentens müfste nothwendig die Aufsicht auf die Eisenbahn in einem Tunnel besonders genau, und es müfste Raum zu einem längern Aufenthalt der Aufseher in dem Tunnel selbst, zur Seite, vorhanden sein.

Achtens müfste ein electrischer Telegraph vorhanden sein, um die Einfahrt der Wagenzüge anzumelden.

Durch Erfüllung dieser Bedingungen würden so ziemlich die dringendsten Gefahren der Tunnels gehoben werden.

Vorwort des Verfassers.

---

1. Tunnels hält man jetzt nicht mehr für die *äufsersten und letzten* Hülfsmittel für Strafsen und Canäle in schwierigem Terrain. Seitdem die Wasserstrafsen sich vervielfältigt haben, und besonders seit die Eisenbahnen hinzugekommen sind, hat man die Vortheile und Nachtheile unterirdischer Strafsen näher erkannt und die Vorzüge eingesehen, welche sie unter gewissen Umständen haben können. Wegen der Leichtigkeit, mit welcher man mittels Tunnels Wasserscheiden passirt, die Gefälle vermindert und die Strafse abkürzt, wird man sie öfter den gefährlichen Brückenstrafsen in Bergen vorziehen; so wie den tiefen Einschnitten der Canäle, mit den darauf folgenden zahlreichen gekuppelten Schleusen, deren Schwierigkeit und Kostbarkeit öfters sehr bedeutend ist. Besonders Eisenbahnen werden in Gebirgen der Tunnels bedürfen; aber man wird auch wohl schon bei Chausséen dem hier im *Cantal* gegebenen Beispiele folgen, um zu grofse Schwierigkeiten zu überwinden, welche die Gestalt des Terrains und das Clima auf der Höhe der Berge einer gut fahrbaren offenen Strafse entgegensetzen können. Es kann sogar sein, dafs ein Tunnel, ungeachtet seiner bedeutenden Kosten, doch noch *wohlfeiler* ist, als die viel längere Strafse, mit ihren kurzen Krümmen, grofsen Brücken, Futtermauern und andern kostbaren Bauwerken, statt seiner; während die Strafse in den tiefen und steilen Thälern, über welche sie führt, der Verschüttung durch Erde, durch Schnee, und der Zerstörung durch Wasserfluthen mehr oder weniger ausgesetzt bleibt.

Der 4461 F. Pr. lange Tunnel von *Lioran* ist von andern ähnlichen Bauwerken zwar insbesondere nur dadurch wesentlich verschieden, dafs man ihn von einer Seite des Berges bis zur andern, *ohne* senkrechte Schachte dazwischen, durchgebrochen hat: wir glauben indessen, dafs die genaue Beschreibung seiner Ausführung den Baumeistern für ähnliche Fälle doch nützlich sein werde. Erfahrungen, die schon gemacht wurden, ersparen oft viele vergebliche Versuche und Mifsgriffe, und durch eine ganz einfache Vorsicht lassen sich zuweilen grofse Unfälle abwenden.

Da der Herr Unterstaatssecretair für das Bauwesen uns aufgefordert hat, der Beschreibung des Baues die geognostische Beschreibung des Bodens beizufügen, so werden wir den hier folgenden Aufsatz folgendermafsen theilen.

Der *erste* Abschnitt wird allgemeine Bemerkungen über die Lage und den Zweck des Tunnels von *Lioran* enthalten;

Der *zweite* Abschnitt wird die geologische Beschreibung des durchbrochnen Berges und des Cantalgebirges überhaupt geben.

Der *dritte* und *vierte* Abschnitt werden die ausführliche Beschreibung aller Arbeiten bei dem Durchbruch des Tunnels und bei den Gewölben geben;

Der *fünfte* Abschnitt wird die Berechnung der Kosten und die Beschreibung der Einrichtung der Verwaltung enthalten.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Bemerkungen.

Gestalt des Cantalgebirges.

2. Die Berge der obern *Auvergne,* welche zusammen das *Cantalgebirge* heifsen [ein Seitengebirge der *Cevennen*, D. H.], bilden eine ausgedehnte vulcanische Kette von Kuppen, deren Formen im Allgemeinen die eines gedrückten Kegels sind. Sie nimmt den Mittelpunct des Departements *Cantal* [bei *Aurillac* (fast in der Mitte zwischen *Lyon* und *Bordeaux* gelegen) D. H.] ein, und senkt sich nach allen Seiten hin bis zu dem, die Berge umgebenden Urboden hinab. Das Gebirge besteht also nicht aus einer einzelnen Masse, sondern bildet einen vielfach gebogenen Kamm, welcher die einzelnen Bergspitzen verbindet und von welchen nach allen Richtungen zehn verschiedene Hauptthäler auslaufen (ohne die Nebenthäler zu zählen), die alle von ihrem Anfange ab sehr tief und eng sind und in welchen die Gewässer nach Morgen in den *Allier,* nach Abend in die *Dordogne* und gegen Mittag in die *Truyere* und den *Lot* abströmen. Keines dieser Thäler hat die Richtung nach Mitternacht hin; wo sich vielmehr ein anderes Gebirge, das des *Mont d'or* [bei *Clermont*] erhebt.

Der Boden des *Cantal*-Departements, obgleich sehr bergig, hat doch eine sehr regelmäfsige Gestalt und würde gute Strafsen nach mehreren Rich-

tungen hin erleichtern, weil alle Thäler, welche es durchschneiden, an ihrem Ursprunge zusammen kommen und von da nach den vorhin genannten gröfseren Flüssen auseinanderlaufen, die dann die natürlichen Canäle sind, welche das Land beleben und die jetzt gesonderten Theile desselben verbinden könnten. Aufserdem liegt das ***Cantal***-Departement im Mittelpunct des südlichen Frankreichs, und so, dafs sich dort mehrere grofse Heerstrafsen, z. B. von ***Paris*** nach ***Perpignan,*** von ***Dijon*** nach ***Toulouse,*** von ***Lyon*** nach ***Bayonne,*** von ***Grenoble*** nach ***Bordeaux***, von ***Marseille*** noch ***Limoges*** u. s. w. kreuzen müssen. [Man mufs beim Lesen dieses Aufsatzes irgend eine Carte von Frankreich, z. B. die von ***Weiland*** von ***1846,*** zur Hand nehmen. D. H.]

Richtung der Staatsstrafse No. 126.

3. Gleichwohl durchschneidet bis jetzt nur erst eine Heerstrafse das ***Cantal***gebirge, nemlich, von Südwest nach Nordost, die Staatsstrafse dritter Classe No. 126. von ***Montauban*** nach ***St. Flour*** [gerade südlich von ***Clermont,*** auf der Strafse von ***Paris*** nach ***Montpellier*** und ***Perpignan***]. Diese Strafse ist zugleich die einzige Verbindung zwischen den Kreisen von ***Aurillac*** und ***Mauriac,*** westlich des Gebirges, und zwischen den Gegenden von ***St. Flour*** und ***Murat*** östlich. Schon deshalb ist sie sehr wichtig; aber sie wird es noch mehr durch ihre besondere Richtung. Sie führt von ***Aurillac*** aus in das reiche Thal des ***Cère***flusses, bis zu dessen Ursprung, und begiebt sich dann in das Thal des ***Alagnon***flusses, gerade über der Wasserscheide des ***Lioran,*** welche [südlich vom ***Col de Cabre***] 4241 F. hoch über dem Meere liegt. In der ganzen übrigen weiten Ausdehnung der Gegend, die mit Bergen besetzt ist, bieten die Zuflüsse des ***Allier*** und der ***Dordogne*** keine passenden Strafsenlinien dar; auch nicht zu ihrer Verbindung, weil sie gar zu sehr gekrümmt, die Flufsbetten zu steil und die Berge dazwischen zu hoch sind. Es läfst sich mit Gewifsheit sagen, dafs hier die Wasserscheide der einzige passende Übergangspunct ist, um von Ost nach Südwest, das heifst von ***St. Etienne, Lyon*** und der Schweiz nach ***Bordeaux, Toulouse*** und Spanien zu gelangen.

Besondere Lage der Wasserscheide von *Lioran.*

4. Wenn man die Gestalt des Bodens in der Richtung von ***Clermont,*** im Norden nach ***Montpellier*** hin, und im Süden, durch welche Gegend die Strafse von der Schweiz nach Spanien jedenfalls gehen mufs, untersucht, so findet sich, dafs der unterbrochene Zusammenhang der Gebirge des ***Puy-de-***

dôme [bei *Clermont*], des *Mont d'or*, des *Cantal*, des *Margarite* und der *Cevennen* gleich einem Damm der genannten Strafse sich entgegensetzt. Nur allein der *Cère*flufs, welcher sich in die *Dordogne*, und der *Alagnon*flufs, welcher sich in den *Allier*flufs ergiefst, haben die für die Strafse passende Richtung, und bilden, ihrer Richtung nach, der eine die Fortsetzung des andern bis in die hohe Gebirgsmasse hinein. Ihre Quellen sind nur etwa 70 F. von einander entfernt und sie stürzen sich von da plötzlich in ihre tiefen Thäler hinab. Wollte man das *Cantal*gebirge südlich oder nördlich umgehen, so würde man auf gleiche Schwierigkeiten stofsen; nemlich auf Hoch-Ebenen, die 3200 bis 3800 F. hoch über dem Meere liegen und von sehr krummen und steilen Schluchten durchschnitten sind.

Verläfst man z. B. bei *Clermont* das Thal des *Allier*, in der Richtung nach *Bordeaux* oder *Toulouse*, so mufs man nothwendig die Gebirgskette des *Puy-de-dôme* passiren, so wie, 6 bis 7 Meilen (Pr.) lang, das sehr zerrissene Terrain, welches die Hoch-Ebene von *Mille-Vaches* im *Corrèze*-Departement mit dem *Mont-d'or* verbindet und die Flufsgebiete der *Vienne*, *Creuse*, des *Cher*, der *Sioule* und der *Dordogne* trennt. Jede Verbesserung der jetzigen Strafse würde wegen der steilen Wände der zu durchschneidenden Thäler sehr grofse Kosten machen und doch nur einen überall steil steigenden und fallenden, im Winter wegen Eis und Schnee unfahrbaren Weg geben.

Folgt man dagegen dem *Allier* bis über den Einflufs des *Alagnon* hinaus, so trifft man weiter keinen von Westen her kommenden Flufs an, sondern mufs längs der *Margerite*berge weiter hinaufgehen, um dann im Flufsthale des *Lot* über die Wasserscheide im *Lozère*-Departement einen Übergang zu suchen. Hier aber sind die Schwierigkeiten noch gröfser; denn, abgesehen von den grofsen Umwegen, weil man, um von *Lempdes* nach *Figeac* oder nach *Villefranche* im *Aveyron*-Departement zu kommen, zwei Seiten eines Dreiecks statt der dritten durchlaufen müfste, sind hier auch eben so hohe, aber viel breitere Wasserscheiden zu übersteigen, als beim *Lioran*.

Es folgt also, dafs nothwendig von der Staatsstrafse No. 126, die das *Cantal*gebirge schneidet, Seiten-Arme nach Ost- und nach Südwest ausgehen müssen, um die Mittelpuncte der Bevölkerung, des Handels und der Gewerbe im Innern des mittäglichen Frankreichs und an seinen Grenzen mit einander zu verbinden. Zu dem Ende würden Verbesserungen und Umbaue an den Strafsen von *Brioude* nach *St. Etienne*, über *Lachaise-Dieu* und *Craponne*,

und von *Aurillac* nach *Souillac* [an der *Dordogne*] über *Laroquebrou* und *Bretenoux* zunächst nöthig sein.

Eisenbahnen von *Lyon* nach *Bordeaux, Toulouse* etc.

5. Es läfst sich mit Grund erwarten, dafs man bald die Nothwendigkeit einsehen wird, die jetzt in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen von *Paris* nach *Bordeaux*, nach *Toulouse* und nach *Marseille,* welche alle drei von Norden nach Süden neben einander hergehen, durch eine Querbahn in der Richtung von Ost nach Südwest mit einander zu verbinden. Denn der Umweg von *Lyon* nach *Bordeaux,* und überhaupt vom östlichen nach dem südwestlichen Frankreich über *Paris*, würde für die Reisenden und die Waaren doch gar zu beträchtlich sein.

Die natürlichste Richtung für diese Querbahn wäre den *Allier* hinauf bis *Lempdes*, dann den *Alagnon* entlang bis zum *Lioran*, und von da im *Cère*thal nach *Aurillac.* Dort müfste die Bahn sich theilen; der eine Arm nach *Bordeaux* hin müfste der *Dordogne* folgen, der andere, nach *Toulouse* und nach Spanien, müfste über *Figeac* und *Montauban* gehen. [*Lyon* würde zwar auf diese Weise mit *Bordeaux* und *Toulouse* recht gut verbunden, aber der Umweg von *Marseille* nach *Bordeaux* und *Toulouse* würde doch immer noch sehr bedeutend sein, und von *Montpellier,* bis wohin die Eisenbahn von *Marseille* schon reicht, würde immer noch eine Bahn über *Carcassonne, Montauban* und *Toulouse* nach *Bordeaux* nothwendig sein, wie sie auch beabsichtigt wird. D. H.] Das Flufsthal des *Allier* würde so vorläufig mit dem der *Loire* durch die beabsichtigte Eisenbahn von *Moulins* nach *Roanne* in Verbindung kommen, bis dereinst durch eine Zweigbahn, von *St. Etienne* aus, die obern Theile der beiden Flufsthäler auf geradem Wege verbunden werden.

Aufser den Vortheilen, welche die oben genannte grofse Quer-Eisenbahn für den Handel haben würde, indem sie nicht allein die andern Eisenbahnen und die Wasserstrafsen auf dem *Allier,* dem *Lot* und der *Dordogne* mit einander verbände, würde sie auch den haben, die jetzt noch vernachlässigten Departements *Haute-Loire, Lozère,* des *Cantal*, und *Aveyron* zu beleben; in welchen Gegenden grofse mineralische Reichthümer, unbenutzte Wälder und zahlreiche Wasserläufe mit ungeheurer Wasserkraft für Werke und Maschinen aller Art sich finden.

Zwar würde die Eisenbahn in den steilen Abhängen, in den unver-

meidlichen kurzen Krümmen und in dem Schneemassen auf den hohen Bergen viele Schwierigkeiten haben, aber die Erfahrung hat schon gezeigt, dafs alle dergleichen Schwierigkeiten überwindbar sind; und was läfst sich nicht noch von der stets fortschreitenden Vervollkommnung der Fahrt mit Dampfkraft erwarten!

Eine Englisch-Belgische Unternehmer-Gesellschaft scheint schon den Nutzen einer Verbindung von ***Toulouse, Clermont, Paris*** und ***Perpignan,*** vorzugsweise vor der mit ***Limoges,*** eingesehen zu haben, so wie, dafs man, wenn man, statt den Thälern zu folgen, sie eins nach dem andern kreuzt, zu einer Reihe von Abhängen und Gegen-Abhängen gelangt. Sie hat die Behörde gebeten, zu dem Ende auf ihre Kosten im ***Cantal***-Departement Messungen machen zu dürfen. [Auch da würde man wohl, nachdem die Hauptwasserscheide beim ***Lioran*** überstiegen ist, so ziemlich den Flufsthälern folgen müssen. Die Abhänge und Gegen-Abhänge würden wohl immer eine schlechte Eisenbahn geben. D. H.]

Wichtigkeit der Staatsstrafse Nr. 126 für das Departement *Cantal.*

6. Sie ist von selbst klar und wir wollen nur die Grundsätze untersuchen, welche man für die Arbeiten an der Strafse befolgt hat.

Beim blofsen Anblick einer Carte vom ***Cantal***-Departement sieht man, dafs hier allein eine gute Strafse zu erlangen sei, wenn man in einem der Thäler, die von der Mitte nach dem Umfange hin auslaufen, hinauf- und in einem andern Thale wieder hinabsteigt. Wollte man die Bergmasse ***umgehen,*** so würde man eine Menge von Berg-Armen und Schluchten zu übersteigen haben; wodurch die Länge der Strafse und ihr Steigen und Fallen ganz übermäfsig vergröfsert werden würde.

So steigt jetzt die Strafse,. um von ***Aurillac*** auf 1975 F. Höhe über dem Meere nach ***Mauriac*** auf 2262 F. Höhe zu gelangen, in Krümmen von $6\frac{1}{3}$ Meilen lang 3823 F. hinauf und wiederum 3536 F. hoch hinab, und die Krümmen sind auf $4\frac{1}{2}$ Meilen lang sehr steil. Die meisten Nebenstrafsen haben denselben Übelstand, wegen der Enge der Thäler und der Höhe der Seiten-Arme der Berge.

Auch die Verbindung zweier entgegengesetzten Thäler von gleicher Richtung ist wegen der grofsen Höhe der Wasserscheiden schwierig.

Durch Zufall, oder vielmehr durch die vulcanischen Wirkungen, welche die Gebirge des ***Cantal*** formten, haben die beiden, am besten zu einer grofsen

Strafse geeigneten Thäler, die des *Alagnon*- und des *Cère*flusses, die gleiche fortlaufende Richtung, und ihre Wasserscheide ist von allen die niedrigste. Der tiefste Punct derselben, der *Col-de-Sagnes*, liegt nur 3983 F. hoch über dem Meer, während die benachbarten Gipfel sich bis zu 5735 F. hoch erheben. Der *Lioran*, 4524 F. hoch, trennt jenen Pafs von dem des *Font-de-Cère*, welcher 4130 F. hoch ist und über welchen jetzt die Strafse hingeht. Die Natur hat hier das Werk der Menschenhand auch noch dadurch erleichtert, dafs die Abhänge des *Lioran* tief eingeschnitten sind und sein Fufs dadurch schmaler geworden ist.

Tunnel von *Lioran*.

7. Durch diesen Berg hat man nun einen *Tunnel* getrieben, um den Weg über die Wasserscheide, welcher Gefälle von 1 auf 14 bis 1 auf 12 und schroffe und enge Biegungen würde bekommen müssen, während die Nordseite bis Ende Mai mit Schnee bedeckt bleibt, abzukürzen. Man hat sich nicht eher zu dem Tunnel entschlossen, ehe man nicht durch die genauesten Untersuchungen die Überzeugung erlangt hatte, dafs keine andere hinreichende Verbesserung der jetzigen unbedeckten Strafse möglich ist. Ehe Herr *Delamarre*, der Präfect des *Cantal*-Departements, den Tunnel vorschlug, sind durch den die Geschäfte des Bezirks-Ingenieurs versehenden Conducteur Herrn *Aldebert*, nach den Anweisungen des Herrn Divisions-Ingenieur *Favier* und der drei Departements-Ingenieure Herrn *Lerouge*, *Courant* und *Commier*, die dort zu jener Zeit einander folgten, die gewissenhaftesten Untersuchungen angestellt worden.

Anhäufung des Schnees.

8. Es ist zu bemerken, dafs dort, unabhängig von der dicken Schneemasse, die im Januar, Februar und März diese hohen Berge bedeckt, die Stürme aus Abend und Mitternacht in den Bergen, welche die Strafse beherrschen, sich fangen und Wirbel erzeugen, die den Durchgang ganze Wochen lang, selbst für Fufsgänger, unmöglich machen. Diese Wirbel häufen entweder den Schnee in den Schluchten und in den Wendungen, wo der Wind durch die Bergwände gebrochen wird, öfters so hoch an, dafs die eingeschnittene Strafse bis zum ursprünglichen Boden ganz gefüllt wird; oder die Böschung wird bis auf den Boden des Grabens an ihrem Fufse völlig entblöfst und der Schnee wird auf der Mitte der Chaussée zusammengetrieben, so dafs das Geländer an dem Abgrunde entlang fast offen daliegt. Man nennt diese Schnee-An-

häufungen in dortiger Gegend *combles*. Sie sind öfters 12 bis 16 F. hoch und haben die mannigfaltigsten Formen, deren Bildung oft von dem geringsten Anlafs abhangt. Ein auf der Strafse stehen gebliebener Karrn, oder ein entwurzelter Baum z. B., kann zum Kern oder zum Ausgangspunct eines Schneehügels werden, der sich sehr weit nach unten erstreckt. Besonders aber giebt ihnen die zerrissene Gestalt des Terrains ihre Entstehung, indem der Wind den Schnee, welchen er von einer Stelle hinweggeweht hat, an einer andern Stelle anhäuft. Die Schnee-Anhäufungen sind nach der Richtung und Stärke der Stürme verschieden, und um so beträchtlicher, je leichter und loser der Schnee ist, also bei je stärkerer Kälte er fällt. Oft schon in wenigen Stunden verändern die Schneehaufen ihre Stellen und den Anblick der Strafse. Am gewöhnlichsten lagern sie sich vor die Ausgänge der Schluchten, wo der Wind am heftigsten weht. Das Wegschaffen des Schnees und die Wieder-Eröffnung der Strafse kann erst beim Eintritt des Thauwetters, oder wenn neuer Frost die Oberfläche gehärtet hat, geschehen, weil dann der Schnee nicht mehr vom Winde gehoben werden kann. Vor dieser Zeit kann die Arbeit mehrerer Tage in einer Stunde wieder verloren gehen. Das Wegschaffen des Schnees kostet auf etwa $1\frac{1}{3}$ Meile dieses Weges jährlich 1000 bis 1330 Thlr., obgleich man nur einen Weg von 9 bis 10 F. breit bahnt und oft mit dem Anfange der Arbeit einen Monat lang warten mufs.

Gewinn durch den Tunnel.

9. Der Tunnel hebt allerdings nicht alle Übelstände dieser Strafse; aber er vermindert sie sehr. Sein südwestlicher Eingang liegt 510 und sein nordöstlicher Ausgang 382 F. tief unter dem Pafs von *Font-de-Cère*. Die gegenwärtige Strafse kürzt er um 531 Ruthen ab, und da er 372 Ruthen lang ist, so sind zusammen 903 Ruthen Strafse weniger der Schnee-Anhäufung ausgesetzt; und zwar die *höchsten* Theile des Weges, die am meisten durch den Schnee gesperrt werden können und wo die Wirbelwinde am heftigsten sind. Aufserdem sind die Gefälle der Abkürzungen der Strafse nach dem Tunnel hin bis zu 1 auf 29 und höchstens 1 auf 26 vermindert worden; was nach der Berechnung des Herrn *Favier*, im Vergleich mit der alten Strafse, eine wagerechte Länge von blofs 2514 R. giebt, statt der 7925 R. wagerechter Länge: erstere entsprechend der wirklichen Länge von 1392 R. der abgekürzten Strafse, letztere der wirklichen Länge von 1972 R. der alten Strafse, von der Schlucht des Passes bis zur Sägemühle, die ihre Anfangs-

und Endpuncte sind. [Dies scheint so zu verstehen, dafs die jetzige alte Strafse 1922 R. lang ist, aber wegen ihrer starken Gefälle so viel Zugkraft für die Wagen erfordert, als 7925 R. *wagerechte* Strafse, und die 1392 R. jetzige Strafse so viel Zugkraft als 2514 R. *wagerechter* Weg. Dies wäre auch in der That die richtige Art einer Vergleichung. Das hier sogleich Folgende scheint diese Vermuthung zu bestätigen. D. H.]

Folgendes ist die vergleichende Übersicht der Strafsenlängen und der Ausgaben in den beiden Fällen, der blofsen Verbesserung der alten und der jetzigen Veränderung der Strafse durch den Tunnel und seiner Zugänge.

	Bei Verbesserungen der alten Strafse	Bei der neuen Richtung durch den Tunnel	Die neue Strafse gegen die alte
Länge der Strafse	1922 R.	1392 R.	—530 R.
Hinauf	835 F.	424 F.	—411 F.
Hinunter	544 F.	133 F.	—411 F.
Entsprechende *wagerechte* Länge	7925 R.	2514 R.	—5411 R.
Erste Anlagekosten	73 600 Thlr.	466 667 Thlr.	+393 067 Thlr.
Jährliche Kosten, und zwar			
a) Zinsen der Anlagekosten	3680 Thlr.	23333 Thlr.	+19653 Thlr.
b) Erhaltungskosten	1765 Thlr.	2012 Thlr.	+ 247 Thlr.
c) Transportkosten	95525 Thlr.	30304 Thlr.	—65221 Thlr.
Zusammen an jährlichen Kosten	100 970 Thlr.	55 649 Thlr.	—45 321 Thlr.

Aus dieser Berechnung (und eine solche mufs man bei jedem Strafsen-Umbau anstellen, um sich von dessen Vortheilen zu überzeugen) geht hervor, dafs durch den Tunnel, wenn man auf einen Verkehr von jährlich 1 200 000 Ctr. (60 000 tonnes) rechnet, was etwas mehr als der *jetzige* Verkehr ist, aber auch auf der verbesserten Strafse gewifs erreicht werden wird, und dann 0,62 Sgr. Frachtkosten für den Centner auf die Pr. Meile wohlerhaltener wagerechter Strafse ansetzt, jährlich an diesen Frachtkosten die obigen 45 321 Thlr. werden erspart werden; nach Abzug der Zinsen vom Anlage-Capital und der Erhaltungskosten. Dies beträgt 9,71 pro cent von dem Anlage-Capital der 466 667 Thlr. [Eigentlich kommen nur 393 067 Thlr. als die *höhern* Kosten zur Berechnung.] Dies ist der Betrag der Zinsen von 906 420 Thlr. Capital. [Da der Herr Verfasser 5 pro cent für die Zinsen ansetzt, so rechnet er wahrscheinlich, wie gehörig, auf die *Amortisation* des Capitals, die auch recht gut aus den 5 pro cent geschehen kann. Dann ist aber der Gewinn noch gröfser und beträgt nach geschehener Amortisation noch den höheren Betrag der Zinsen

von 19653 Thlr. mehr, folglich 64974 Thlr. statt 45321 Thlr.; und dies ist der Zinsbetrag eines Capitals von 1 299 480 Thlr. D. H.] Die Zinsen dieser 906 420 Thlr. [1 299 480 Thlr.] werden dem Handel und folglich den Steuerpflichtigen dadurch erspart, dafs der Staat blofs 466 667 Thlr. [eigentlich nur 393 067 Thlr.], also nur etwa die Hälfte [nur Eindrittheil] des Capitals, hergiebt.

Dazu kommt noch der Gewinn, dafs der Verkehr weniger wird *unterbrochen* werden; was sehr zu berücksichtigen ist. Denn der Schnee wird sich auf der verbesserten Strafse viel weniger anhäufen und schneller von derselben verschwinden; auch die Temperatur auf der Strafse wird weniger kalt sein. Es wird keine Stelle mehr dem Nordwinde ausgesetzt und bis Ende Mai mit Eis belegt sein. Der Weg wird keine steilen Abhänge und kurzen Biegungen mehr haben, wo die Fuhrwerke nur mit grofser Schwierigkeit wenden können, selbst wenn sie die vordersten Pferde abspannen. Endlich wird, wenn die beabsichtigten Verbesserungen der Strafse nach *Aurillac* und *Murat* hin ausgeführt sein werden, die ganze Strafse von den Frachten ohne Vorspann und von den Personenwagen im Trab befahren werden können.

10. Für die Verbesserung der Strafse über den Pafs von *Sagnes,* welche ebenfalls erwogen worden ist, fanden sich so grofse Schwierigkeiten und so wenige Aussichten des Gelingens, dafs man sie aufgeben mufste. Der Boden auf diesem Übergange ist sumpfig und die Schlucht von *Viaguin* ist so ungemein enge, dafs die Sonne nie bis auf ihren Boden dringt und der Schnee darin den ganzen Winter hindurch angehäuft ist. Gerade da, wo diese Schlucht eine kurze Wendung macht, ist sie am engsten und wildesten, und dort müfste gerade der Tunnel aufangen; an der andern Seite des Berges würde er in der Höhe des Wasserspiegels des *Alagnon*flusses wieder herauskommen.

Man kann sich von den Schwierigkeiten und Kosten einer guten Strafse in solchen Gegenden daraus einen Begriff machen, dafs an den Zugängen zum Tunnel die laufende Ruthe Strafse 100 bis 150 Thlr. kostet, obgleich der Boden dort weniger zerrissen ist, als oben in dem Passe von *Viaguin.* Dabei ist nichts Überflüssiges an der Breite der Strafse, bei den Futtermauern, Brücken und Wasser-Ableitungen. Aber solche Nebenwerke sind von einem Schritt zum andern nöthig und die Felsensprengungen sind wegen der Steilheit der Sturzbäche ungemein bedeutend.

11. Da übrigens die Zahl der Staatsstrafsen in den gebirgigen Theilen der Mitte von Frankreich, die schon keine Canäle und Eisenbahnen haben, nur so gering sein können, als möglich, so müssen wenigstens die zur Ver-

bindung der Landestheile und zur Erweiterung des Verkehrs *unentbehrlichen* Strafsen so bequem sein, als es möglich ist, damit das Fuhrwerk und folglich Handel und Gewerbe den Durchgang durch diese Gegenden, welche schon so viel zu thun haben, um den benachbarten Departements nachzukommen, nicht für immer meide. Auch in dieser Rücksicht ist die Nothwendigkeit des Tunnels von *Lioran* vollkommen begründet. Da der Staat den Fortschritt *überall* begünstigen mufs, um ein gewisses Gleichmaafs zwischen den verschiedenen Theilen des Landes herzustellen, die doch alle, jeder nach seiner Art, zum Reichthum und Wohlsein beitragen, so mufs man sich sehr wohl hüten, die ärmeren Gegenden zum Vortheil der reicheren hintanzusetzen, und niemals Anstand nehmen, eine Auslage zu machen, wenn sich, wie hier, das *Doppelte* derselben gewinnen läfst.

12. Wir schliefsen diesen Abschnitt mit der Bemerkung, dafs es zwischen *Clermont* nördlich und dem *Lot*flufs südlich [also bis südlich über *Figeac* hinaus] aufser der Staatsstrafse No. 126 keinen andern Querverbindungsweg giebt, auf 18½ Meile in der Länge und auf die Fläche von 133 Quadratmeilen zwischen den Staatsstrafsen No. 9 und 121 an der einen und denen No. 122 und 120 an der andern Seite.

Zweiter Abschnitt.

Geognostische Beschreibung des Tunnels von *Lioran* und Bemerkungen über die Bergmassen im *Cantal*-Departement.

Erstlich. Von dem Tunnel.

Zweck dieser Untersuchungen.

13. Die Wichtigkeit geologischer und mineralogischer Untersuchungen für Baumeister zeigt sich immer deutlicher; wegen der Genauigkeit der Ergebnisse, die sich jetzt daraus ziehen lassen, und wegen des Nutzens, den sie für das Bauen selbst und für die Wahl der passendsten Baustoffe haben. Die Ergebnisse einer nähern Untersuchung und Anbohrung des Bodens, in der Gegend, durch welche man einen Canal, eine Chaussée oder eine Eisenbahn führen will, würden sogar wesentlichen Einflufs auf die Bestimmung der Schei-

telpuncte der Tunnels, der Einschnitte u. s. w. haben und zur Vermeidung mehrerer Schwierigkeiten bei der Ausführung beitragen.

Wir wollen daher in einer gewissen Ausdehnung das Ergebnifs unserer Untersuchungen des *Lioran*-Gebirges mittheilen. Die allmälig beim Durchbrechen des Tunnels angestellten Beobachtungen ergeben eine gewisse Beziehung der Härte der durchbrochenen Masse, der Leichtigkeit sie zu spalten und der Einsickerungen zu der äufseren Form der Berge; so dafs sich in ähnlichem Boden im Voraus auf die Lagerung des Gesteins unter einer Einsenkung, einer Auftreibung, oder unter bewaldeten oder nackten Stellen, mit mehr oder weniger Sicherheit schliefsen läfst.

Aus unsern Untersuchungen wird sich zugleich die Zusammensetzung jener grofsen Trachytmassen ergeben, welche die Geologen sonst nur aus ihrer Oberfläche und in den Wasserläufen beurtheilen konnten. Indem wir der Beschreibung der Ausführung des Tunnels die Beschreibung jener Untersuchungen vorausschicken, wird die Erläuterung Dessen, was bei dem Baue vorkam, erleichtert werden, und es werden sich besser die Veränderungen des Verfahrens beurtheilen lassen, welche wegen der Abwechselungen der Gebirgs-Arten nöthig waren.

Form des *Lioran*-Gebirges.

14. Der ***Lioran*** liegt zwischen dem ***Puy-de-Griou*** und dem ***Plomb-du-Cantal*** [beide unfern und südöstlich vom *Col-de-Cabre*], in der Wasserscheide der Flufsgebiete der ***Loire*** und der ***Garonne***. Er hat die Gestalt eines sehr sich ausbreitenden elliptischen Kegels, der sich mit seiner verlängerten Grundfläche an die Abhänge und die Gegenlager der beiden genannten Bergspitzen und des ***Col-de-Cabre*** anlehnt.

Der Boden des durch den ***Lioran*** gebrochenen Tunnels liegt 828 F. tief unter dem Gipfel des Berges und über 2230 F. tief unter dem höchsten Punct der Trachytgebirge in Frankreich. Der ***Col-de-Cabre*** ist 4900 F., der ***Puy-de-Griou*** 5394, der ***Puy-Mary*** 5690 und der ***Plomb-du-Cantal*** 5916 F. hoch.

Es war schwer, an der Oberfläche des ganz mit Holz- und Pflanzen-Erde bedeckten ***Lioran*** das Gestein im Innern desselben zu beurtheilen; es liefs sich nur vermuthen, dafs es dem der umgebenden Gebirge ähnlich sei; was sich dann auch beim Durchbruch des Tunnels bestätigte. Indessen streichen an einigen vom Wasser abgewaschenen Theilen der Oberfläche einige

vulcanische Conglomerate und Trachytgänge (filons ou dykes) von Morgen gegen Abend zu Tage.

Wir werden durch die Wörter *filon* und *dyke* [*Gänge, Adern, Säulen*] gleichmäfsig, um nicht das eine oder das andere zu oft zu wiederholen, die mehr oder weniger dicken Mauern von Trachyt, Klingstein (Phonolith) und Basalt bezeichnen, welche durch die Conglomerate hindurch erst in teigigem Zustande aus dem Innern der Erde emporgetrieben wurden. Wir wollen hier nicht untersuchen, ob diese verschiedenen Gebirgs-Arten das gleiche Alter haben, sondern bemerken nur, dafs sich am *Lioran* keine wagerechten oder nur wenig geneigten Schichten finden.

Zwei oder drei zu Tage streichende Gänge sieht man unter andern an dem Fufssteige, der vom Pafs *Font-de-Cère* nach der Brücke von *Lioran* hinabführt; aber am deutlichsten zeigt sich die grofse Ausdehnung der Trachytstöcke in dem Bette des *Viaguin*flusses, ganz nahe an dem Eingange des Tunnels. Hier streicht eine fast senkrechte, etwa 16 F. dicke schwärzliche Trachytmauer von prismatischer Structur schräge durch den Bach, gerade gegen Westen zu, senkt sich unter, hebt sich mehrmal über den Boden empor, und streicht über 500 Ruthen weit fort, bis sie sich in den Abhängen des *Pui-de-Griou* oberhalb des Dorfes *Chazes* verliert. Eine andere dicke Mauer von porphyrartigem Trachyt streicht ein wenig weiter nördlich in derselben Richtung und auf die gleiche Länge hin. Aus derselben bricht man jetzt die Steine zu dem Gewölbe des Tunnels; ohne sie würden die Schwierigkeiten und die Kosten des Baues viel bedeutender gewesen sein.

Beschaffenheit der Wände des Tunnels.

15. Im Tunnel sieht man seiner ganzen Länge nach eine Aufeinanderfolge von Conglomeraten von sehr verschiedener Farbe, Härte und Zusammensetzung, die von einer Menge Trachytwänden, so wie von einigem Phonolith und Basalt und von kleinen Obsidian-Adern geschieden werden. Man sollte glauben, diese Gesteine hätten sich in so grofser Tiefe unverändert erhalten, aber die Zeit hat auf sie nicht minder gewirkt, wie auf die an der Oberfläche, und man bemerkt an denselben mit Verwunderung eine ähnliche Zersetzung, wie die, welche die äufsere Luft hervorbringt. Im Kern des Berges findet sich sogar das zersetzbarste Gestein, während der Fels auf die ersten 50 bis 80 Ruthen von dem Eingange, bis jetzt der Luft und Nässe ausgesetzt, unverändert geblieben ist. Alles Gestein mufste mit Schiefspulver

gesprengt werden; indessen war die Festigkeit nur die Folge der ungeheuern Zusammenpressung, und die Härte der Steine war so sehr verschieden, dafs Das, was die gleiche Zahl von Arbeitern an einem Tage wältigte, vom Einfachen bis zum Fünffachen stieg.

Die Conglomerate im *Lioran* haben alle die Verschiedenheiten der Breccia und des Tufs, die man auf dem Boden der Thäler, auf den Gipfeln und in der mittlern Höhe des *Cantal*-Trachytgebirges antrifft; aber der eigentliche Tuf ist seltener. Diese so schwer genau zu beschreibenden Verschiedenheiten, die so zahlreich sind, dafs wir auf weniger als 130 F. Entfernung 15 verschiedene Stücke fanden, lassen sich, wenn man von der Farbe und Härte absieht, welche keine bestimmten Unterschiede sonst ganz gleicher Conglomerate geben, auf *vier* Haupt-Arten bringen.

Verschiedenheit der Conglomerate.

16. Es sind folgende vier Arten, auf welche sich die Gesteine aufserhalb und innerhalb des Tunnels bringen lassen.

Erstlich. Die Breccie mit Lavabindung. Sie ist aus eckigen, zuweilen auch abgerundeten Brocken festen und leicht verschlackten Trachyts zusammengesetzt, die durch eine mehr oder weniger harte, eisenhaltige Gangmasse verbunden sind, welche sich zuweilen nur durch die Farbe der Theile unterscheidet, die sie umhüllt. Eine ähnliche Breccie findet man auch an den Rändern der Strafse No. 126; namentlich am *Pas-de-Compain,* an der Brücke von *Pierretaillade* u. s. w.; aber sie ist dort härter und stärker verschlackt als im Tunnel.

Zweitens. Feines Conglomerat. Es enthält Trachytbrocken, nicht gröfser als eine Nufs, die durch einen zusammengeballten Teig vulcanischer Asche verbunden sind.

Drittens. Grobes Conglomerat, in welchem eine, aus wenig festem Tuf, oder von der Lava wieder aufgenommener Asche zusammengesetzte Bindemasse sehr grofse Blöcke von Trachyt oder Phonolith, so wie hie und da Trümmer von Glimmerschiefer umhüllt.

Viertens. Tuf oder vulcanische Asche, welche in staubigem Zustande die beiden vorigen Arten von Conglomeraten umhüllt hat; was aber in Masse geschahe und, da das Gestein nur sehr kleine Brocken von Bimsteinschlacken enthält, eine besondere Art giebt, die gewissen zersetzten Trachyten ähnlich ist.

Die Benennung ***feines Conglomerat,*** welche wir einer der zusammengesetzten Stein-Arten geben, soll nicht ausdrücken, dafs sich die in den groben Conglomeraten häufigen Trachytblöcke darin gar nicht fänden: sie kommen darin ebenfalls vor, aber selten und ganz vereinzelt. Wir haben bei der obigen, allerdings sehr unvollkommenen Classification jede Benennung vermeiden zu müssen geglaubt, welche an das Puddinggestein erinnern könnte; denn bei der genauesten Untersuchung haben wir im *Lioran* nie ein Steinstück gefunden, dessen Gestalt die Wirkung des *Wassers* verrathen hätte. Zwar sind die Ecken vieler Blöcke in den Conglomeraten abgerundet, aber es ist auch nicht zu erwarten, dafs sie scharfe Kanten haben könnten, da sie in grofser Zahl gleichzeitig aus der Tiefe hervorgetrieben wurden und auf diesem weiten Wege sich nothwendig stark stofsen und reiben mufsten. Übrigens finden sich in vulcanischem Boden häufig verhärtete Basaltbrocken mit mehr oder weniger abgerundeten Kanten.

17. Die verschiedenen Conglomerate gehen in dem Tunnel immer allmälig eins in das andere über; mit schwer bemerkbaren Scheidungen. In diesen ziemlich ausgedehnten Zwischenstellen, wo die Art des Gesteins schwer zu erkennen ist, mengen und verwirren sie sich und greifen über ihre Grenzen hinüber. So folgt sehr loses auf sehr festes Gestein; es folgen Conglomerate mit grofsen Blöcken auf fast erbsensteinartige, und Breccien mit sehr harten Lavamassen auf andere, welche der geringste Schlag zerstört. Eine gleiche Verschiedenheit findet in den *über* einander liegenden Schichten Statt; es liegen feinkörnige Conglomerate auf andern mit grofsen Blöcken. Nirgend indessen bemerkt man eine eigentliche Schichtung. Überall im Tunnel folgen sich die verschiedenen Gesteine mit senkrechten, wagerechten oder schrägen Zwischenstellen, und stets ist der Beobachter in Ungewifsheit über die Orte der Scheidung. Hie und da sind zwar die durch eine dicke Mauer getrennten Conglomerate sehr bestimmt verschieden; aber nur ausnahmsweise; denn viel öfter noch steht eine Trachyt- oder Phonolithmauer zwischen ganz gleichartigen Conglomeraten. Einige Stein-Arten kommen in gröfseren Massen und unverändert auf längere Strecken vor; an andern Stellen wechseln sie häufiger. Einige Conglomerate verbinden sich so innig mit den Scheidemauern, und die Ähnlichkeit zwischen den beiden Stein-Arten ist so grofs, dafs man sie für Übergänge der Trachytmassen selbst halten möchte. Dies ist indessen bei den sehr harten Mauern nicht der Fall, die sich durch ihre prismatische Structur unterscheiden; so wie nicht bei denen, die seitwärts in ihrem Auf-

steigen von einer kleinen Thonschicht begleitet sind, welche die rechteckigen Formen des Trachyts sichtbar macht und ihn deutlicher von dem angrenzenden Gestein absondert.

Mit Thon gefüllte Spalten.

18. Solche, 2 bis 6 Zoll breite Spalten kommen im Tunnel in Menge vor. Die breitesten Spalten reichen von einer Wand zur andern; andere schmalere folgen senkrecht den Trachytmauern, aber die meisten haben keine bestimmte Richtung, sondern kreuzen sich nach allen Seiten hin. Durch die, welche den Trachytmassen folgen, sickert häufig Wasser beträchtlich ein und sie enthalten einen sehr feinen weifsen oder gräulichen Thon, der ohne Zweifel durch das Wasser herbeigeführt und aus der Zersetzung der Theile zur Seite des Gesteins entstanden ist, welches die Spalten trennt. Die Spalten, welche nicht den festen Gesteinmassen folgen, enthalten gewöhnlich ein zersetztes Conglomerat, grünen und rothen Thon, und zuweilen Quarz-Krystalle, kohlensauren Kalk und Arragonit.

19. Da die meisten Conglomerate wenig fest und die Steinwände in Prismen getheilt sind, so gab es in dem Tunnel häufig Einstürze; besonders an den feuchten Stellen; aber auch in den festeren Conglomeraten, weil die Spalten sie theilten und dadurch oben am Gewölbe keilförmigen Massen die Stützpuncte entzogen wurden.

Der Trachyt oder der Phonolith in den aufrechten Schichten, deren Zersetzung schon weit vorgerückt ist, löset sich an der freien Luft fast plötzlich in thonigen Schlamm auf. Eben dies geschieht mit dem zusammengesetzten Gestein; und auch manche sehr harte Trachytmassen zerspalten nach kürzerer oder längerer Zeit. Man würde schwerlich glauben, dafs die vor den Eingängen des Tunnels aufgehäuften erdigen Massen aus Felsen entstanden sind, welche durch Schiefspulver zersprengt werden mufsten.

Die Blöcke und Brocken in den Conglomeraten sind an Zahl, Gestalt und Gröfse sehr verschieden; aber an der Masse, welche sie verbindet, hangen sie in dem Verhältnifs stark, wie dieselbe hart ist. Einige lösen sich durch den geringsten Schlag ab, oder schon durch die Bewegung beim Sprengen, während andere mit der Gangmasse so fest verbunden sind, dafs sie nur Eins mit ihr zu sein scheinen und sich nur durch die Farbe von ihr unterscheiden. Dergleichen, öfters ungemein grofse Conglomeratblöcke, von 130 bis 160 C. F., sind aus Trachyt, Phonolith und einem feinen Conglomerat zusammengesetzt.

Der weifsliche, grünliche, röthliche und schwärzliche Trachyt scheint blofs in den haselnufsartigen Conglomeraten vorzukommen, während er in den grobkörnigen Conglomeraten und in den Breccien mit Phonolith verbunden ist. Obgleich im Allgemeinen diese beiden Stein-Arten in den umhüllten Brocken ein wenig verschieden sind, kommen sie doch auch wieder vollkommen gleich vor.

20. Nirgend hat sich in den Conglomeraten des *Lioran Kalk* gezeigt. Wir haben von fremdartigen Massen blofs eine grofse Niere sehr feinkörnigen kieselsauern Thons gefunden, der das Glas ritzte und auffallend dem Jurakalke glich, welcher zum Lithographiren dient; desgleichen ein Stück Kiesel-Graphit, welches ohne Zweifel von dem Granit abgelöset war, der es enthalten hatte. Man hat weder alaunhaltige Breccie, noch sublimirten Eisenglanz gefunden.

Die festen Schichten (Adern, Gänge oder Säulen) (*dykes ou filons*).

21. Die unzähligen festen Schichten, welche hier die ganze Masse des Trümmergesteins durchstreichen, erstrecken sich im Allgemeinen von Ost nach West, oder von Süd-Ost nach Nordwest, schneiden den Tunnel unter Winkeln von 45 bis 90 Graden und bilden so gleichsam eine lange Reihe von Bogenstellungen, in sehr ungleichen Abständen von einander. Einige laufen beinahe von Süden nach Norden; aber es fand sich keiner mit dem Tunnel parallel, also von Südwest nach Nord-Ost gehend. Es mag indessen dergleichen aufserhalb der Wände des Tunnels geben.

Die festen Schichten sind sehr verschieden, von 3 bis 32 F. dick; einige sind noch nicht 1 F. dick. Die meisten bilden eine lothrechte, oder doch nur wenig geneigte Ebene; andere haben krumme und wellenförmige Oberflächen. Einige verlieren sich oben am Gewölbe in gleicher Dicke; andere, jedoch nur wenige, sind zugespitzt, oder endigen keilförmig, einige Fufs über dem Boden. Einige kommen nur an einer Wand des Tunnels zum Vorschein, oder laufen dort weiter hin, ohne sich an der andern Seite zu verlängern.

Hie und da neigen sich auch zwei feste Schichten gegen einander und vereinigen sich weiter oben zu einer einzigen. Andere theilen sich in einiger Höhe und laufen von da an weiter aus einander. Einige sind höher hinauf dicker, als am Boden; andere scheinen sich zu durchdringen, ohne ihre Richtung zu ändern, und bilden dann ein Andreaskreuz.

Diese festen Schichten haben eine mehr oder weniger regelmäfsige prismatische Structur; doch, genauer sichtbar, nur diejenigen, welche von dem Conglomerat durch dünne Thonschichten getrennt sind, oder welche senkrecht

in die Höhe steigen und glatte und genau bestimmte Oberflächen haben. In allen Formen der festen Schichten stehen indessen ihre Prismen immer auf das Sahlband winkelrecht; selbst in denen mit krummen oder wellenförmigen Oberflächen scheinen sie gebogen und unter einer Zusammenpressung oder durch einen Widerstand in diese Richtung gebracht zu sein. Man sieht leicht, wie schwierig es war, an den unebenen, feuchten und schmutzigen Wänden des Tunnels die Richtung der zahlreichen und so unregelmäfsigen festen Schichten und ihrer Sonderung von dem anstofsenden Gestein zu erkennen. Wir verdanken es nur den vereinigten eifrigen Bemühungen der mit der Leitung der Ausführung des Tunnels beauftragten Herren Brücken- und Wegebau-Conducteurs ***Rongier, Lamouroux*** und ***Miquel***, dafs wir genaue Durchschnittszeichnungen von dem Tunnel zu geben vermochten. Wir drücken ihnen dafür hier alle Anerkennung aus. [Man sehe die Figuren 1 und 2 Taf. II.]

Die festen Schichten, deren Structur etwas ungewifs ist, oder die von den Conglomeraten nicht getrennt sind, sind nur schwer oder gar nicht erkennbar und scheinen ganz das Aussehen fester Trachytmassen zu haben.

22. Die Verschiedenheit der Trachyte in den festen Schichten, in den Massen und den einzelnen Blöcken und eingehüllten Stücken, ist ganz dieselbe, wie die in der Trachytformation überhaupt, und scheint auch in denselben Verhältnissen Statt zu finden. Es finden sich porphyrische und granitische oder gleichförmige, mehr oder weniger feste Trachyte. Die Farbe dieser verschiedenen Trachyte wechselt, wie die der Conglomerate, vom weifslichen bis zum grau-rötlichen und gräulichen, und selbst bis zu braun und schwarz.

Die Hornblende zeigt sich öfter eingesprengt, als in runder Form, und ist häufig von schwarzem Glimmer begleitet, von welchem sie sich schwer unterscheiden läfst. Einige Trachyte und gewisse ihnen nahe kommende Conglomerate enthalten Äderchen von röthlichem Quarz; andere, in gröfserer Menge, Drusen, mit Krystallen kohlensauren Kalks umkleidet, oder auch Adern davon.

Die Zersetzung der Trachyte beginnt mit Feldspath-Krystallen und scheint in dem Maafse vorgeschritten, wie sich die Krystalle in gröfserer Menge finden. Die Krystalle verwandeln sich in weifsen oder grünen Thon, ähnlich dem in den Körnern und Knötchen, welche die Conglomerate so häufig enthalten.

Die festen Schichten (dykes) von Klingstein und Basalt, welche weniger zahlreich sind, als die von Trachyt, kommen unter denselben Bedingungen vor, wie letztere; mit Ausnahme der deutlichen Unterscheidung, welche man immer zwischen ihnen und dem angrenzenden zusammengesetzten Gestein wahr-

nimmt, von welchem sie gewöhnlich durch eine Spalte gesondert sind, die mit Thon gefüllt ist, oder gegen welche sie sich mit einer sehr deutlichen und glatten Fläche legen. Ihr Verhalten ist im Allgemeinen regelmäfsiger und die Theilung in Prismen häufiger. Wir haben keine schieferartigen Schichten gefunden, wie man sie aufserhalb sieht. Einige haben Adern von kohlensaurem Kalk, und Querspalten, durch welche das Wasser sickert.

Es ist hin und wieder schwer, die Klingsteinblöcke von den Trachytblöcken zu unterscheiden; und dieses Umstandes wegen, welcher sich da, wo beide Fels-Arten offenbar zu gleicher Zeit emporgehoben sind, immer wiederfindet, ist zu vermuthen, dafs ein Übergang von dem einen zu dem andern Gestein Statt finde. Manche feste Schichten und Blöcke, welche wir glaubten für Trachyte halten zu müssen, können eben so wohl Klingstein sein; und umgekehrt.

Einzelne Umstände.

23. Man sieht in dem Tunnel auch mehrere *Streifen* (zones), die mehr oder weniger schräg liegen, aus einer thonigen Masse zusammengesetzt sind und an die schmalen Schichten zersetzten Gesteins erinnern, die in granitischem Boden so oft vorkommen und welche aus der Verwitterung von Trachyt- und Klingsteinblöcken herzukommen scheinen. Die Vermuthung gründet sich auf der Ähnlichkeit jenes Thons mit dem Ergebnifs der Zersetzung von Blöcken dieser Felsen, so wie auf dem Vorkommen einiger noch erkennbaren körnigen Theile.

Aufser den verschiedenen hier beschriebenen Gesteinen bemerkt man, gegen die festen Schichten gelehnt, so wie mitten in den Conglomeraten, einige kleine Adern schwarzen Obsidians, nicht über 3 Zoll dick, mit eingesprengten kleinen weifslichen Feldspath-Krystallen. Diese Adern verlieren sich hie und da, ehe sie die Höhe des Gewölbes erreichen, und ihre Dicke scheint abzunehmen, so wie sie vom Boden höher aufsteigen. Sie laufen übrigens in eine Aufblähung aus. Sie hangen oft mit den festen Blöcken zusammen, welchen sie im Aufsteigen folgen, so dafs sie sich damit vermengen, und verbinden sich auch so innig mit den Conglomeraten, dieselben durchdringend, dafs sich die Stelle, wo die Verbindung aufhört, nicht mehr unterscheiden läfst und Hammerschläge nur unvollkommen sie abtrennen.

Das Vorhandensein von Obsidian in den Conglomeraten des *Lioran* hat nichts Auffallendes, weil man zahlreiche und mächtige Adern davon in

gewissen Schluchten des *Cantal*gebirges antrifft; aber wir fanden mitten in einer Trachytsäule eine Ader schwärzlicher Masse, die wir Anfangs für gehärteten Thon, durchdrungen von Obsidian, hielten, die aber, genauer untersucht, alle Kennzeichen des Basalts hatte; sie setzte die Magnetnadel in Bewegung, schmolz am Löthrohr zu einem trüben schwarzen Glase und enthielt sehr kleine, aber durch die Lupe sehr kenntliche Krystalle von Augit (pyroxène). Dies führt auf die Vermuthung, dafs gewisse Säulen sehr dunkeln Trachyts auch wohl Basalt sein können, obgleich sie nicht alle Kennzeichen desselben haben; was denn ebenfalls einen Übergang von der einen zu der andern Fels-Art andeuten würde.

24. Es wurden zwei merkwürdige Umstände in dem Tunnel bemerkt. An einer Klingsteinsäule zeigte sich ein Bruch an der einen Wand. Nachdem der untere Theil von dem andern um einen der Mächtigkeit der Säule gleichen Abstand sich entfernt hatte, scheint er sich Anfangs wieder gesetzt und sich dann, wieder sich hebend, mit dem andern Theile verbunden zu haben. Der durch diese zwiefache Bewegung entstandene Raum war mit zersetztem Conglomerat gefüllt, ähnlich dem, welcher die Säulen durchstreicht, und die Thon-Ader, welche die Säule bei ihrem Aufsteigen begleitete, blieb zwischen den beiden Theilen. Dieses ist indessen der einzige Fall einer ***Verschiebung***, den wir im ***Lioran*** fanden.

Eine andere Trachytsäule, aus unförmlichen Prismen, hatte in ihrem Teige Pockenkerne (vaccuoles), die, Anfangs abgerundet, nach der wagerechten Richtung, parallel mit dem Sahlbande, eiförmig geworden waren.

25. Die Verschiedenheiten, welche sich zeigen, wenn man den Tunnel von einem Ende zum andern durchgeht, sind nicht sehr bedeutend. Von ***Viaguin*** her sind die festen Schichten oder Säulen regelmäfsiger und weniger zahlreich; besonders nach dem südwestlichen Abhange des Berges zu. Man findet dort die Trachytblöcke häufiger in die Conglomerate eingeteigt; sie unterscheiden sich von den sie umgebenden thonigen Massen schärfer durch ihre Gestalt und Farbe. Nach der Mitte des Berges zu werden die Säulen zahlreicher, ihre Form ist mannichfaltiger und sie vereinigen sich hie und da mit den festen Trachytmassen und dem gleichförmigen Conglomerat. Endlich sieht man nahe an dem nordöstlichen Abhange, nach ***Alagnon*** zu, häufig eine Ähnlichkeit und einen öfteren Übergang der Trachytblöcke in Trachytmassen und zusammengesetztes Gestein.

Zweitens. Von dem Liorangebirge überhaupt.

26. Die vorstehenden Wahrnehmungen im *Lioran* zusammenfassend, ist über die Verhältnisse der Zusammensetzung der Gesteine dieses Berges und der Trachytformationen überhaupt Folgendes zu bemerken. Es bestehen diese Verhältnisse in der Vermengung einer grofsen Zahl verschiedener Conglomerate, ohne irgend ein Zeichen der Übereinanderlagerung; in der häufigen Ähnlichkeit der Textur der Trachyt- und der Klingsteinsäulen und in den von diesen Gesteinen umschlossenen Brocken; in dem sichtbaren Senkrecht-Emporstreben der Säulen, in ihrer Zahl und fast ganz gleichförmigen Richtung und in ihrem Übergange zu massigem Trachyt, so wie des Trachyts zum Conglomerat; in dem an den meisten dieser Felsen sich zeigenden gleichen Grade der Verwitterung, und endlich in der Vereinigung der Obsidian-Adern mit den Conglomeraten, so wie mit den Trachytsäulen.

Erwägt man, dafs alle diese unterirdischen Bildungen aus ähnlichen, aber dem Anschein nach sehr verschiedenen Bestandtheilen, entweder durch andere entstanden sind, oder einander wechselsweise, in Folge einer stetigen Wirkung, in mehr oder weniger merklichen Übergängen gefolgt sind, dafs aber überall die Unordnung einiger plötzlichen und gewaltsamen Bildung sich zeigt: so sind die Wirkungen eines *Ausbruchs* gar nicht zu verkennen, der mit einer neuen Lava zum Theil schon erhärtete Massen ergriff, sie heftig mit sich fortrifs und um eine Mündung, die nun nicht mehr sichtbar ist, aufhäufte; welche dann der letzte Wurf einer aufhörenden Kraft ausfüllte. Neben festem Gestein, zugleich mit aufgeschütteten und unzusammenhangenden Massen und noch flüssigen Laven, kommen auch noch basaltische Bildungen vor, unter Umständen, die mit denen am *Lioran* die auffallendste Ähnlichkeit haben. Eine Viertelmeile von *Puy*, auf der Strafse nach *Brioude*, unfern *Collet*, hat ein langer senkrechter Einschnitt den Heerd des Ausbruchs eines Vulcans aufgedeckt, aus welchem die Laven geströmt sind, welche jetzt die Ebenen von *Sainte-Anne* bilden. Herr *Bertand de Douc* hat dort Augitbasalt mit zahlreichen Körnern von Titan-Eisen gefunden; durcheinander mit freien oder gebundenen Schlacken, mit Lapilli und vulcanischer Asche. Mitten unter diesen Vulcan-Auswürfen zeigen sich eine Menge Säulen festen Basalts, welche nach allen Richtungen hingingen und vor ihrer Erkaltung sie durchsetzten, oder mit welchen zugleich sie sich aus den Tiefen der Erde emporhoben.

Ohne demnach dem *Lioran*, welcher nur eine niedrige Erhebung in der Hauptgebirgsgruppe bildet, eine bedeutende Mitwirkung bei der Bildung der zahlreichen Lagen zuzugestehen, aus welchen die Trachytkuppen bestehen, scheint sich dort doch eine wahre Ausbruchsmündung zu zeigen, das heifst, *ein Theil der langen Spalten*, durch welche die sich emporhebenden Massen drangen. Und da es nun nicht wohl möglich zu sein scheint, dafs dieser Berg ein vereinzeltes Gebilde sei, von welchem die Erscheinungen ausnahmsweise bei der Beurtheilung der Trachytbildung überhaupt nicht in Betracht kämen, so geben die unerwarteten Erscheinungen, welche der Durchbruch des Tunnels aufgedeckt hat, Anlafs zu wohlbegründeten Schlüssen auf die Zusammensetzung der umliegenden Gebirgsmassen. Wir wollen demnach versuchen, die Bildung des Hauptgebirgsstocks, wo die vulcanische Wirkung am deutlichsten sichtbar ist und von welcher die langen Ausbruchslinien die aufgehäuften Felsen geschichtet haben, aus Trachyten, in Gängen oder in Massen, die tiefer unten durch die ausschliefslich ausgetriebenen Conglomerate gefüllt wurden, aus einem neuen geognostischen Gesichtspuncte zu betrachten.

27. Die meisten Geologen, welche das *Cantal*gebirge untersuchten und beschrieben, bezeichnen die Stellen, wo die meisten Säulen zu Tage kommen; sie halten diese Säulen für jünger, als die Conglomerate und die Trachyte in Masse, weil sie die Lagerung dieser Gesteine durchdringen, zu Tage kommen und dort stetige Massen bilden. Sie legen indessen darauf kein besonderes Gewicht, sondern betrachten sie als das Erzeugnifs eines spätern Neben-Ausbruchs, der in den früher gebildeten Massen blofs Störungen hervorbrachte, ohne ihre Mächtigkeit wesentlich zu verstärken.

Aber die Menge der Säulen oder festen Schichten, welche man in dem Tunnel fand, die man nach der äufsern Ansicht des Berges nicht vermuthet hätte und die fast *Eindrittheil* der ganzen Masse ausmachen, zeigt an, dafs sie auch in grofser Menge an den verschiedenen Stellen des Gebirgsstocks vorhanden sein werden. Diesemnach läfst sich nicht annehmen, dafs sie bei dessen Bildung nur eine Nebenrolle gespielt und blofs hinterher die vielen engen Spalten gefüllt haben, von welchen viele plötzlich unterbrochen sind. Ohne Zweifel giebt es Säulen, welche jünger sind, als die Trachyte und Conglomerate; was sich durch Wechselung der Ausbrüche erklärt, die innerhalb kurzer Zeit und vor der völligen Erhärtung der Lagerungen Statt fanden; aber, wie es scheint, ist nicht anzunehmen, dafs *alle* Säulen jünger sind, als das Übrige; um so weniger, da man in dem Tunnel Säulen antrifft, die all-

mälig sich verändern und zuletzt in die übrige Masse übergehen, während andere zu Tage kommen, in Schichten, oder in Massen, sowohl eingeschoben, als auf die Conglomerate gelagert, also so, dafs sie einen wesentlichen Theil der Trachytmasse ausmachen und nicht blofs das Erzeugnifs der jüngsten Ausbrüche sein können. Übrigens ist zu bemerken, dafs gerade da, in der Mitte des Gebirges, wo besonders die Säulen sich zeigen, auch die Trachyte in Masse oder in Gufs lagern und dafs man auch dort den Klingstein findet; so dafs beide Fels-Arten von ihren Mit-Erzeugnissen unzertrennlich zu sein scheinen.

Viele Säulen haben freilich eine krystallinische Fugung und prismatische Formen, welche sich in den festen Trachytmassen nur selten finden; aber da ihre Stetigkeit der Masse in gewissen Fällen bemerkt wurde, so darf man nicht an einen Einwand Anstofs nehmen; er ist durch die Erinnerung leicht zu heben, dafs die Ergebnisse der Erkaltung von Laven unter der Erde und zu Tage gar sehr verschieden sind.

28. Die Klingsteinschichten lassen sich nicht für jünger halten, als die Trachytschichten; denn beide befinden sich neben einander; sowohl brocken-weise in den Conglomeraten, wie als Säulen, kaum durch eine dünne Thonschicht getrennt und parallel sich erhebend, mit allen Zeichen einer stetigen Verbindung. Hätten, nach längerer Ruhe und nach dem Festwerden der aufgehäuften Gesteine und der Trachyte, neue Ausbrüche die Massen erschüttert, um Feldspathlaven (laves euritiques) den Durchgang zu verschaffen, so müfsten sich in den älteren Conglomeraten und Trachytsäulen Brüche und Verschiebungen finden; was nirgends der Fall ist.

Gegen die Gleichheit des Alters der Klingstein- und Trachytsäulen läfst sich in den Unterschieden, die man zwischen diesen Gesteinen und dem Zustand der festen, von den Conglomeraten umhüllten Theile bemerkt hat, kein Einwand finden; denn diese Unterschiede sieht man überall beim Klingstein und Trachyt zugleich, oder auch nur beim Vorkommen einer dieser Stein-Arten. So zeigen sich am ***Puy-de-Griou,*** an zwei feldspathigen Lavamassen, von denen die Gleichzeitigkeit des Ausbruchs unbezweifelt ist, mehr Verschiedenheiten der Fugungen und der Farbe, als im Tunnel an den Säulen und den von gleichem Gestein eingehüllten Massen. Eben so finden sich mehr Unterschiede zwischen gewissen Trachytsäulen, als zwischen einer derselben und den Brocken im Conglomerat; und, wie wir es schon bemerkten, giebt die Schwierigkeit, die wesentlichen Unterschiede zwischen dem Trachyt

und dem Klingstein zu erkennen, einen neuen Beweis, dafs in allen diesen Gesteinen nur blofse Verschiedenartigkeiten vorhanden sind.

29. Die Folgerungen aus der Gleichzeitigkeit des Ausbruchs der Conglomerate, der Trachyte und Klingsteine, bestätigen die Zweifel, welche wir über die Entstehung des *Cantal*gebirges haben, und begründen einen Widerstreit der Meinungen der einsichtigsten Geologen. Aber ehe wir einige Schlüsse über die Bildung der dortigen Trachytmassen und über die Ursache ihrer jetzigen ungemeinen Zerrüttung wagen, wollen wir in Kurzem die verschiedenen Systeme bezeichnen, welche jetzt bei den meisten französischen Geologen vorzuwalten scheinen.

Das eine System betrachtet die anfängliche Gebirgsmasse als aus der Aufhäufung mehr oder weniger flüssiger Laven und damit verbundener Auswürfe entstanden, die erst einen sehr gedrückten Kegel bildeten und dann der Reihe nach von Säulen oder Gängen aller Art durchbrochen wurden; worauf zuletzt eine Wasserfluth das Gestein aufdeckte und bis zu grofsen Tiefen durchfurchte.

Ein anderes System nimmt eine Erhebung in der Mitte an: hervorgebracht durch eine Klingsteinmasse, in einer weiten Basalt-Ebene, welche auf Trachytfelsen ruhte, die auf einer früheren Eindrückung des Bodens linsenförmig aufgehäuft waren. Die hebende Masse, welche die hohen Gipfel des *Cantal* aufgetrieben habe, zeige sich im *Puy-de-Griou* und dessen Anhängseln, und die Thäler, welche von dort nach allen Seiten hin auslaufen, seien eingerissene Spalten.

Es scheint uns, dafs sich gegen die Theorie der Erhebungs-Krater, bei ihrer Anwendung auf das *Cantal*gebirge, ein wesentliches Bedenken daraus ergiebt, dafs man die Basalte älter als die Klingsteine annehmen mufs, während man doch überall, so auch hier, sieht, dafs die Basalte den Klingstein durchsetzen, niemals ihm vorhergehen. Gelingt es uns, die Einwirkung, welche zwei gleichberühmte Namen auf den Beobachter machen, abzuweisen, und untersuchen wir dann aufmerksam die verschiedenen Theile dieses Trachytsystems, so werden wir gestehen müssen, dafs die hebende Kraft ungemein viel schwächer war, als die Wirkungen, die sie hervorgebracht hat.

30. Von einem hohen Puncte des Gebirges aus sieht man, dafs der *Puy-de-Griou* ungefähr die Mitte des Durchmessers eines Halbkreises einnimmt, der von Westen nach Osten, von dem *Chavaroche,* dem *Puy-Mary,* dem *Peyrarche,* dem *Bataillouse* und dem *Plomb* gebildet wird, welche alle

ihn überragen. Und zwischen diesen Gipfeln erreichen mehrere Thäler, welche dort entspringen, plötzlich eine grofse Tiefe und erstrecken sich weiter, auseinanderlaufend und ohne ihre Richtung zu ändern. Die Klingsteinkuppe des *Puy-de-Griou,* der durch seine Form und durch die Gleichförmigkeit und Härte seiner Masse der Verwitterung einen viel gröfseren Widerstand entgegensetzte, ist gleichwohl niedriger und geringer an Masse geblieben, als die meisten andern Berge daneben, welche, den *Plomb-du-Cantal* ausgenommen, aus zusammengeschütteten, mehr oder weniger bindenden Felsen und aus Trachyt bestehen. Der *Puy-de-Griou* ruht wie eine Pyramide auf einer wenig ausgedehnten Fläche; und dafs er, in einer Entfernung von 1000 bis 1300 Ruthen, die andern Berge bis zu ihrer Höhe aufgetrieben haben sollte, übersteigt die Grenzen der Einbildungskraft. Ferner läfst sich nicht erklären, weshalb die ausdehnende Kraft nur von dem *Puy-de-Chavaroche* bis zu dem *Plomb-du-Cantal* gen Norden gewirkt haben sollte, während sie südlich keinen Widerstand fand, wo die zu hebenden und in eine ähnliche halbkreisförmige Linie zu entfernenden Massen viel geringer waren. Man kann nicht glauben, dafs die übrig gebliebenen Zeugen dieser Wirkung, der *Puy-de-la-Roche,* der *Belle-Combe* etc. viel stärker verwittert wären, als die steilen Kuppen an der andern Seite. Würde nicht die Klingsteinmasse, die wahrscheinlich als mehr oder weniger teigige Lava ausbrach, an den steilen Abhängen, an deren Rande sie auftauchte, durchgebrochen sein? und müfsten sich nicht Spuren davon zeigen? Oder soll man annehmen, dafs die Masse, als ein Felsencolofs, wie wir ihn jetzt sehen, aus dem Innern der Erde emporgetrieben, wie ein Hebel (cric) gewirkt und von dem Stützpuncte alle ihre Gewalt hergenommen habe?

31. Die Geologen, welche in dem *Cantal*gebirge einen Erhebungs-Krater sehen, nehmen ohne Zweifel im Innern der Berge eine zu der aufgetriebenen Strecke im Verhältnifs stehende mächtige Klingsteinmasse an, oder sie beschränken die Wirkung der ausdehnenden Gewalt auf die jetzige Masse des *Puy-de-Griou* und der andern Klingsteinkuppen, indem sie ihr das Auseinandergehen der Centrallagen und die Wiedervereinigung der Bergrücken, wie man sie jetzt sieht, zuschreiben. Aber in jedem der oben genannten Umstände liegen neue Bedenken gegen die Erhebungshypothese. Nimmt man für den *Puy-de-Griou* eine ausgedehntere Grundfläche an, als zu Tage liegt: warum wäre denn nicht durch den Einbruch der Thäler, besonders derer von *Jordanne* und *la Cère,* die schon gleich Anfangs in eine grofse Tiefe dran-

gen, irgend eine Klingsteinmasse aufgedeckt worden? Von woher erhoben sich diese Menge von Trachytmauern rund umher, die hie und da bis zum Fufse des *Puy-de-Griou* reichen? Läfst sich wohl annehmen, dafs die Trachytsäulen den Klingstein durchsetzt haben und dafs diese beiden Fels-Arten nachmals wechselsweise nach der Erscheinung der Basalte hervorgekommen wären? Nimmt man im Gegentheil an, dafs die Grundfläche aller der Klingsteinkuppen unter der jetzigen Oberfläche nicht weiter sich erstreckt: kann man dann in denselben etwas anderes sehen, als auseinandergedehnte ungeheuere Säulen, die durch die Verwitterung ihrer Bekleidung blofs geworden sind und die nur durch ihre Gröfse von den Klingsteinsäulen sich unterscheiden, welche man in dem Tunnel von *Lioran* sieht?

Betrachtet man ferner die äufsere Rückseite des Gebirgskreises, so ergeben sich andere Thatsachen, welche mit der Annahme der Erhebung eines Theils des ursprünglich wagerechten Bodens im Widerspruch sind. So erweitern sich, wie schon bemerkt, die Thäler, welche von den Gipfeln der Bergmassen ausgehen, und vervielfältigen sich, je weiter sie sich von den Gipfeln entfernen, und die Hauptthäler, mit Ausnahme derer von *Vic* und *Mandailles*, statt gegen eine centrale Höhlung sich zu öffnen, laufen gegen eine emporsteigende Höhe aus. Scheint es nicht, dafs da, wo sich die Fläche aus der übrigen wagerecht bleibenden emporhob, der Bruch irgendwo die Richtung der Wasserläufe ändern mufste, während doch alle, weit über die Grenzen hinaus, welche man für die Erhebung annimmt, regelmäfsig fortgehen, ohne Hindernisse der Art gefunden zu haben, wie die einer Unterbrechung querüber? Sogar die beiden Thäler von *Cères* und *Jordannes*, welche die bedeutendsten sind und am meisten als Brüche beim Zersprengen des Bodens betrachtet werden könnten, laufen keineswegs auseinander; wie es sein müfste, wenn sie von einer centralen Auftreibung herrührten, sondern sie nähern sich einander und vereinigen sich unterhalb *Aurillac* völlig.

Endlich findet eine so grofse Verschiedenheit zwischen den Abhängen östlich von dem *Plomb-de-Cantal* und denen nördlich von *Peyrarche* und dem *Puy-Mary* (man hat nur durch mehrere verschiedene Erhebungen sie erklären wollen) Statt, dafs man, von dem Höhenpuncte aus betrachtet, schwer einsieht, wie sie zu den Lagerungen um den Krater herum zusammengehören können. An der einen Seite sieht das Auge in tiefe, steile Abgründe hinab, die, einer an den andern sich lehnend, durch schmale Felswände von dem am meisten harten Gestein getrennt sind: an der andern Seite zeigt sich nur eine lange, wenig

durchbrochene Bergmasse, die allmälig gen Osten sich hinabsenkt; ohne irgend eine Unterbrechung der Abhänge.

32. Insbesondere stützt man die Voraussetzung, welche wir bestreiten, auf die grofse Ausdehnung der Basaltflächen, welche die Bergmasse gewissermaafsen bekleiden, auf ihren Abhang und auf die Vertheilung der geschmolzenen Gesteine und der ihnen anhängenden Bestandtheile nach der Mitte hin. Aber einestheils kann die Ununterbrochenheit der Basalte nur mehr scheinbar sein; auch scheint wirklich zwischen den Thälern von *Mandailles* und *Fontanges* eine beträchtliche Unterbrechung dieser Ablagerungen Statt zu finden: anderntheils ist nicht bewiesen, dafs diese Ablagerungen nicht von einer Menge von Ausströmungen herrühren. Daraus, dafs man an den meisten neueren Laven Spuren der dynamischen Wirkungen sieht, welche ihre Erkaltung begleiteten, ist man nicht zu schliefsen berechtigt, dafs eine feste Textur der Lavamassen, wie man sie ausnahmsweise an einer der Ausströmungen des *Ätna* sieht, nicht auch allgemein auf dem Abhange des *Cantal*, in Folge der Verschiedenheit der Ausströmungen und der gröfsern Unebenheit des Bodens, habe entstehen können. Über die Art der Lagen in der Gebirgsmitte hat sich bei der Durchbrechung des Tunnels und bei der Untersuchung der tiefern Theile der Thäler gezeigt, dafs die Conglomerate, als die am wenigsten flüssigen Theile der unterbrochenen Vulcan-Ausbrüche, viel beträchtlicher sind, als die Trachytlagen, welche von einer Menge Säulen aller Art durchsetzt werden; so dafs Anlafs zu der Vermuthung ist, die jetzt vorherrschende Masse habe sich ursprünglich nicht in ein Becken durch Strömungen von dessen Rändern nach der Mitte hin angehäuft, sondern allmälig über die Fläche des Umfanges sich erhoben.

33. Die Abhänge und die Höhen der tertiären Lagerungen an den verschiedenen Stellen des Gebirges, besonders zu *Thiézac*, die so oft zur Aufstellung ganz entgegengesetzter Theorieen gedient haben, scheinen ebenfalls nicht eine allgemeine Ausgleichung der vulcanischen Berge anzudeuten. Wir können hier nicht die wichtigen Fragen wegen der Süfswasser-Ablagerungen und wegen des ursprünglichen Bodens des *Cantalgebirges* untersuchen, aber wir wollen einige Berichtigungen der von verschiedenen Beobachtern angegebenen Höhenmaafse hersetzen. Dieselben sind begründet, denn sie beruhen auf den Arbeiten der Officiere, welche bei der Aufnahme der Carte von Frankreich beschäftigt sind.

Der Gneis zeigt sich zu *Thiézac* in einer Höhe von 2836 F., etwas links von der Brücke am Eingange dieses Fleckens. Der Kalkstein findet sich

unterhalb der Brücke, der Kirche gegenüber, auf 2549 F. hoch und hinter dem Kilometerstein No. 27. auf 2682 F. hoch. Auf dem Abhange nach ***Muret,*** unterhalb des Kilometersteins No. 23., steht er auf 2342 F. hoch. An dem Kilometerstein No. 9. sieht man ihn, in das Thal hinabsteigend, auf 2294 F. hoch, bei der Stelle ***Tournant-Blanc*** genannt; auf 2262 F. hoch in dem Hügel, welcher das Dorf ***Arpajon*** beherrscht; auf 2205 F. hoch unter den Conglomeraten von ***Calfour;*** auf 2135 F. hoch unterhalb der Basaltströmung von ***Couissy,*** nahe von ***Aurillac,*** und endlich auf 2103 F. hoch gegen das Ende des Hügels, längs dem rechten Ufer der ***Jordanne.***

Die Höhen-Unterschiede der tertiären Lagerungen um die Ebene von ***Arpajon*** her, die durch den Zusammenflufs der ***Cère*** und der ***Jordanne*** gebildet wird, kommen wahrscheinlich von der Verwitterung her, welche diese Lagerungen schon erlitten hatten, als die vulcanischen Ausbrüche sie bedeckten. Zu bemerken ist, dafs die Schichten, welche wir am genauesten untersuchen konnten, ein den Thälern entgegenlaufendes Fallen von 27½ Minuten haben. Wir sind anzunehmen geneigt, dafs der Kalkstein von ***Thièzac*** sich in ein kleines vereinzeltes Becken abgesetzt hat, welches von einer Hervorragung des Urgebirges an dieser Stelle gebildet war. Es verhält sich wahrscheinlich ähnlicherweise mit den Schichten an der andern Seite des ***Lioran,*** zwischen den Dörfern ***Freysse-Haut*** und ***Laveyssière,*** die 3122 bis 3154 F. hoch liegen, während die höchsten Lagerungen an den Ufern des ***Alagnon,*** oberhalb ***Murat,*** nicht über 2868 F. aufsteigen.

34. Ohne zu bestreiten, dafs eine Auftreibung trachytischer, und selbst noch neuerer Gebirgsmassen Statt finden könne, würden wir doch wegen der Schwierigkeit, hier unzweideutige Spuren eines solchen Ereignisses zu finden, mehr geneigt sein, für das *Cantal*gebirge die Entblöfsung von Kratern anzunehmen, wenn nicht die Geologen, die diese Voraussetzung billigen, die Nachzeitigkeit der Säulen zugegeben hätten und die Wirkung diluvianischer Wasserströmungen zu Hülfe nähmen, während sie Wirkungen der Zeit und der Witterung bei der Erklärung des jetzigen Zustandes dieser Bergmasse zu verwerfen scheinen. Wenn hier gleich die Conglomerat- und Trachytschichten, obwohl mit sehr ungleichen Abhängen, gegen den krummlinigen Kern des gedrückten Theils des Kegels sich zu erheben scheinen, was ebensowol auf die Wirkung eines Vulcans, als auf eine Erhebung der Massen deuten kann: so sind doch die Lagerungen so sehr unregelmäfsig, die Abwechselungen und Unterbrechungen darin sind so häufig und die Zusammensetzung der Schichten

ist so verschiedenartig, dafs es schwer ist, sie für das Ergebnifs der Ausbrüche eines einzigen ungeheuern Kraters zu halten. Es ist wahrscheinlicher, dafs die Laven und die übrigen Auswürfe sich in grofsen Einrissen ausbreiteten, deren feste Schichten Ort und Richtung anzudeuten scheinen; wenigstens weiter nach oben zu, wo die vulcanische Wirkung stärker, wenn nicht entwickelter sein mufste. Die Ströme teigiger, flüssiger oder unzusammenhängender Lava, die in verschiedenen Höhen und mit ungleicher Gewalt ausbrachen, können die verschiedenen fallenden Schichten gebildet haben, die, indem sie sich aufhäuften, Senkungen zwischen sich liefsen, welche zum Theil zur Entstehung der jetzigen Thäler dienten. Dafs an dem Theile des gedrückten Kegels beim ***Plomb-du-Cantal*** die Schichten trachytischer Laven, so wie die Basaltbekleidungen stärker fallen, rührt ohne Zweifel daher, dafs sie an den höchsten Puncten ausbrachen. Die Anhäufung mehrerer Ausströmungen, stufenweise aufgeschichtet, hat den Lagen ebenfalls dasjenige Fallen erhalten können, welches man durch eine Auftreibung der Masse des Kerns glaubt erklären zu müssen.

Das Verschwinden dünner Basaltflächen, welche andere Theile der höhern Trachytmassen bedeckt haben konnten, ist nur das Ergebnifs der Verwitterung und der steten Einwirkung von aufsen gewesen, welche die Trümmer zerstreuten oder vernichteten, während, befördert durch die leichte Zersetzung des Gesteins weiter unten und durch häufige Einstürze, die tiefen Thäler ausgehöhlt wurden und die Einschnitte der Kämme entstanden, welche uns jetzt in Verwunderung setzen.

Man kann Beispiele der ungeheuern Zerstörungen, welche die Zeit anrichtet, an der Obern ***Loire*** sehen, wo eine Menge basaltischer Laven, von welchen nur noch geringe Überbleibsel da sind, rund umher, so wie über der gleichmäfsig zerstückelten Trachytformation liegen. Auch in der Umgegend von ***Saignes,*** im Kreise ***Mauriac,*** sieht man, in der Ausdehnung von einer viertel bis einer halben Meile, eine Menge einzelner Blöcke festen Trachyts, mit nadelförmiger Hornblende und Glimmer, auf dem Gneis ruhend und keinesweges zu dem Boden selbst gehörig. Diese ganz eckigen Blöcke sind von verschiedener Gröfse; einer, von etwa 65 C. F., liegt zwischen zwei Wasserläufen, an einer Stelle, welche die Umgegend überragt. Der nächste Trachytfelsen ist über eine Meile davon entfernt und von dem Orte jenes Blocks durch Bäche und ziemlich bedeutende Höhen getrennt. Der verstorbene Herr ***Deribier de Cheissac,*** Verfasser mehrerer wissenschaftlicher Schriften, dem

wir die Kenntnifs der so eben beschriebenen Thatsachen verdanken, hat annehmen zu müssen geglaubt, dafs die zerstreuten Blöcke das frühere Vorhandensein einer Trachytformation andeuten, welche das Thal von *Saignes* bedeckte, und dafs der Basalt, als er sich an unzähligen Stellen Bahn machte, die Trachyte durchbrach, oder verschob; worauf dann die Wasserströmungen allmälig die Trümmer nebst den basaltischen Laven nach der *Dordogne* hinspülten und so der Gneis entblöfst wurde. Dieses Thal ist übrigens mit Klingsteinmassen umgeben, welche sich 2230 bis 2550 F. hoch erheben, und man gewahrt auch hier, wie in *Velay* und im *Vivarais*, das stete Beisammensein des Klingsteins und des Trachyts, ohne dafs sich ein ungleiches Alter derselben annehmen und ohne dafs sich bestreiten liefse, dafs die Basalte ihnen folgten.

35. Durch die zahlreichen Beispiele, die sich überall von den Wirkungen der *Verwitterung* finden, welche die Atmosphäre nach und nach hervorbringt, werden wir, wenn wir uns die Masse des *Cantal*-Gebirges in seiner ursprünglichen Höhe und mit den durch die Aufhäufung der Laven entstandenen Erhöhungen und Senkungen hergestellt und nun auf die unebene Fläche des gedrückten Kegels das hier so rauhe Clima wirkend vorstellen, jene lange Zeit hindurch, welche die Natur sich nimmt, um ihre Werke zu bilden und wieder zu zerstören, auf die Vermuthung geführt, dafs die jetzige Gestalt des Gebirges durch diese Wirkungen entstanden sein könne, ohne dafs dazu plötzlichere, aber weniger mächtige Kräfte nöthig waren, oder ohne anzunehmen, dafs die jetzigen Thäler aus ursprünglich engen Spalten entstanden seien, welche die Wasserströmung allmälig hundertfach erweitert hätte.

Ist es denn nöthig, für Erscheinungen, die man durch die abnagende Wirkung der Wasserläufe noch nicht befriedigend erklären konnte, diluvianische Strömungen zu Hülfe zu nehmen, deren gänzlich räthselhafter Ursprung Anlafs zu so vielen unzuläfslichen Voraussetzungen gegeben hat? Und was fortwährend auf der Erd-Oberfläche vorgeht: deutet es nicht auf eine stets dauernde allgemeine Wirkung hin, die weder einer Sündfluth, noch einer Boden-Erhebung sich zuschreiben läfst? Da die gröfste Maafs-Einheit der unendlichen Zeit für uns die Dauer des menschlichen Leben ist, so nimmt die Einbildungskraft, welche nicht gut eine Reihe von vielen Jahrhunderten umfassen kann, zu einer Erklärung gern plötzliche und heftige Mittel zu Hülfe, die der natürlichen Ungeduld des Menschen mehr zusagen, welcher mit seinen eigenen

Werken eilen mufs, damit sie nicht unvollendet bleiben. [Indessen sind doch auch aufsergewöhnliche Wirkungen und Ereignisse in der Natur unleugbar. Die Erinnerung an eine allgemeine Überschwemmung, Sündfluth genannt, findet sich in der Geschichte und den Überlieferungen fast aller Völker; und Auftreibungen und Versenkungen des Bodens geschahen in allen Zeiten, bis auf die neueste Zeit. Gewaltige Erdbeben und vulcanische Ausbrüche sind ebenfalls aufsergewöhnliche Erscheinungen. Freilich mufs man nicht *Alles* dadurch erklären wollen: nicht Das, was sich auch noch durch gewöhnliche Wirkungen erklären läfst. Für das Aufserordentliche mag allerdings eine Vorliebe vorhanden sein. D. H.]

(Die Fortsetzung folgt.)

4.

Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2., 6. und 8. im 13ten, No. 1., 7., 8. und 12. im 14ten, No. 1., 9., 11. und 15. im 15ten, No 10. im 16ten, No. 3., 5. und 10. im 17ten, No. 4. im 18ten, No. 2. im 20ten, No. 9. im 22ten, No. 1., 9. und 13. im 25ten, No. 2. und 12. im 26ten, No. 3. und 10. im 27ten und No. 2. in diesem Bande.)

---

§. 188.

Der Renaissancestyl in Italien im siebzehnten und achtzehnten Jahrhundert.

Dafs wir nach *Buonarottis* Tode mehrere Baumeister antrafen, die seinem Beispiele nicht folgten, und dafs wir dennoch die mit dem siebzehnten Jahrhundert beginnende Ausartung der Architektur als eine Wirkung seiner Bestrebungen betrachteten, ist kein Widerspruch. Hervorragende Talente eilen in der Regel ihrer Zeit voran und schreiben erst den spätern Nachkommen ihre Bahn vor: mag sie aufwärts zum Ziele, oder abwärts führen.

Die Erweiterung der *Peterskirche*, durch ein von *Carlo Maderno* (1556 bis 1629) vorgebautes Langhaus, ist hauptsächlich darum nicht zu loben, weil man sich nicht scheute, die Einheit des Plans dadurch zu verletzen. Der Styl dieses Anbaues pafst sonst noch ziemlich zu dem des Hauptbaues; wahrscheinlich copirte *Maderno* im Einzelnen den stehenden Theil des Gebäudes so treu, als es ihm möglich war, und es mag nun sein Eingehen auf die Architektur *Buonarotti's* wesentlich dazu beigetragen haben, deren Maximen eine allgemeinere Geltung zu verschaffen. Natürlich aber konnte man sich die, wenn auch ausschweifende, so doch grofsartige Phantasie des *Buonarotti* nicht so aneignen, wie die Einzelnheiten. Deshalb macht das übermäfsig zusammengedrängte Detail, zusammen mit den glatten und geradlinigen Flächen an dem Anbau, eine noch unangenehmere Wirkung, als an den grofsartigen Massen des Hauptgebäudes.

Die von *Bernini* (1589 bis 1680) der Peterskirche vorgebauten *Colonnaden* gehen erst vom Gebäude ab gerade aus und convergirend, dann an jeder Seite halbrund weiter. Die geraden Theile haben geschlossene Wände,

die runden sind offen, haben vier Säulenreihen und lassen einen breiten Zwischenraum zum Eingange offen. Die Säulen sind römisch-dorischer Ordnung und haben einen glatten Fries; das wagerechte Dach ist mit einem Geländer eingefafst, auf dessen Pfeilern Statuen stehen. Die Architektur dieser Colonnaden ist sehr nüchtern, schliefst sich aber der römischen Antike der spätern Zeit nahe an, und es ist hauptsächlich nur in der steif symmetrischen Grund-Anlage der Geschmack der Zeit zu erkennen; was in der Natur der Aufgabe seine Erklärung findet.

Jetzt unternahm es der ruhmsüchtige *Borromini* (1599 bis 1667), der neuern Baukunst, welche, von den Motiven in den Werken *Buonarotti's* ausgehend, ohne von der Kraft dieses Riesengeistes beherrscht zu werden, sich in die launenhafteste Willkür und ausschweifendste Regellosigkeit verlor, ihre Bahn vorzuschreiben. *Borromini* suchte in seinen Grundrissen und Aufrissen statt der geraden Linien so viel Curven als nur möglich und von der verschiedenartigsten Gestalt und Zusammensetzung anzubringen, stellte Säulen, Pilaster und Gebälke in ganz willkürlicher und bedeutungsloser Art, öfters klein und grofs, neben einander (indem er z. B. die durch die Hauptpfeiler getheilten Felder in der Mitte der Höhe wieder durch ein Gebälk theilte, welches dann, zwischen den gröfsern eingeklemmt, von kleinern Pfeilern getragen wurde), verkröpfte und unterbrach nach Belieben die Gesimse und Gebälke auf die widersprechendste Weise, vernachlässigte und verstümmelte überhaupt die wesentlichen Bestandtheile der Architektur und machte dagegen Nebendinge und Verzierungen zur Hauptsache, indem er jedes Fleckchen benutzte, um Schnörkel, Schnecken, steife Sculpturen und allerhand willkürliche Dinge anzubringen. Dabei behielt er, trotz aller Willkür und verwirrenden Mannigfaltigkeit, die steifste Symmetrie mit Ängstlichkeit bei; natürlich ohne dadurch die mangelnde Harmonie zu ersetzen. Hatten schon die Römer den Säulen und Gebälken ihre eigentliche statische Bedeutung genommen, und war in der Renaissance die Willkür noch gröfser geworden: so wurde nun hier auch noch jede tiefere Bedeutung verdunkelt und aufgeopfert. Übrigens finden sich diese Fehler nicht blofs an den Werken *Buonarotti's,* sondern auch bei denen der andern Baumeister seiner Zeit, und sogar schon bei den alten Römern *im Keime;* und so ist es nicht zu verwundern, dafs man am Ende zu argen Ausartungen gelangte und dafs die Architektur *Borromini's,* so unsinnig sie war, allgemein Beifall und Nachahmung fand: man war darauf genugsam vorbereitet.

Die Nachfolger und Nachahmer *Borromini's*, darunter seine Schüler *Sardi* und *Guarini*, trieben die Willkür natürlich noch weiter und überboten sich in carrikirten Compositionen. Mochten immerhin einzelne tüchtige Baumeister auftreten: sie vermochten sich der allgemeinen Verderbnifs nicht zu entziehen; und was an ihren Werken lobenswerth ist, die Grofsartigkeit der Grund-Anlage und die Tüchtigkeit der Idee, wird ähnlich, nur noch weit mehr wie an der Peterskirche zu Rom, von der schlechten Architektur verdunkelt. Die Baukunst ging auf Stelzen und die Bauwerke wurden zuletzt zu wahren Unthieren, mit Hörnern und Klauen.

Dieser fieberhafte Zustand der Baukunst währte bis gegen die Mitte des achtzehnten Jahrhunderts und gelangte dann zu derjenigen Erschöpfung, die allmäliges Absterben ankündigte. Unter den verhältnifsmäfsig noch gelungenen Bauwerken aus *jener* Zeit sind die Kirche und das Kloster *de la Superga* bei *Turin*, von *Filippo Ivara* (1685 bis 1735) und das *Schlofs zu Caserta* bei *Neapel* von *Vanvitelli* (1700 bis 1773) zu nennen.

Ersteres ist eine sehr regelmäfsige Zusammenstellung von Klostergebäuden um einen mit einem Kreuzgange umgebenen Klosterhof, an der Abendseite mit der vortretenden Kirche in Rotundenform, zu welcher ein an drei Seiten offener Porticus mit Pfeilern als Haupt-Eingang führt. Das Ganze hat nach aufsen eine corinthische Pilasterstellung en relief, mit Balustrade auf dem Gebälk. Zwischen den Wandpfeilern theilt ein Gurtgesims die Mauern der Kirche, so wie die der Klostergebäude in zwei Stockwerke, mit einfach eingefafsten Fenstern und theilweise mit runden Frontons darüber. Über der Kirche erhebt sich ein zweites eingezogenes Geschofs; ebenfalls mit corinthischen Pilastern und Bogenfenstern dazwischen; über dem Gebälk eine Attica mit ovalen Fenstern und darüber die Kuppel mit einer kleinen Laterne. Neben der Kirche erheben sich auf den Giebeln der langen Klostergebäude zwei Glockenthürme mit corinthischen Eckpilastern, grofsen Bogen-Öffnungen dazwischen, Attiken und kleinen geschweiften Kuppeln. Die Architektur dieser Thürme ist genau die der Rotunde; auch die Höhe der Etagen ist dieselbe. Die Haupt-Unvollkommenheiten dieses Bauwerks dürften sein: die Gleichförmigkeit und Einförmigkeit des so ausgedehnten Gebäudes, besonders mit der verschiedenartigen Gröfse und Bestimmung der Thürme und der Rotunde; die nahe Stellung derselben neben einander, mit ziemlich gleicher Höhe; die verfehlte Grund-Idee der Form der Kirche, indem nämlich die hohe Rotunde den Versammlungsraum bildet, während der Hohechor nach dem Kreuzgange zu in

die Klostergebäude sich verliert; die Bedeutungslosigkeit der Nebenthürme, ohne Beziehung zur Kirche, und statisch der Umstand, dafs Rotunde und Thürme auf der gleichmäfsig fortlaufenden Façade stehen, mithin des soliden Unterbaues entbehren. Die Architektur des Werks ist etwas nüchtern, indessen ziemlich rein, obgleich es im Einzelnen nicht an Abnormitäten fehlt. Dergleichen sind namentlich die zu dem Vorhofe führenden Portale. Die beiden Pfeiler tragen hier ein Gebälk mit rundem Frontongesims, aber auf die bekannte Weise in der Mitte ausgeschnitten, so dafs rechts und links nur die Anfänge über den Pfeilern vorhanden sind.

Weniger noch zu loben ist das *Schlofs* zu *Caserta*. Es ist ein längliches Viereck, mit viereckigen Pavillons auf dem flachen Dache an den vier Ecken und einem vielseitigen Kuppel-Pavillon mit ausgeschweiften Streben in der Mitte. Das Gebäude hat einen hohen, ganz schmucklosen, gequaderten Unterbau, auf welchem eine Parterre-, dann eine Halb-Etage und darauf eine corinthische Pilasterreihe steht, mit zwei Reihen Fenstern in den Feldern und über dem Gebälk mit Geländer und Statuen darauf. Die untern Fenster haben abwechselnd geradlinige und runde Frontons; die obern wagerechte Bedachungen; die Pavillons haben dieselbe Architektur und eine ganze und eine Halb-Etage. Die bedeutungslose Reliefmanièr der einförmigen Anlage zeigt sich hier bei einem so ausgedehnten Gebäude in ihrer ganzen Hohlheit.

Andere Bauwerke aus jener Zeit tragen den Stempel der Verarmung noch deutlicher. Sie leiden zwar weniger als die pathetischen Bauwerke des vorangegangenen Jahrhunderts an Geschmacklosigkeit, allein es scheint dies blofs die Folge einer gänzlichen Ermattung zu sein. Häufig findet man an sonst sehr einfachen Bauwerken die wunderlichsten Verzierungen, oder vielmehr Unzierden.

§. 189.

Der Renaissancestyl aufserhalb Italien.

In den übrigen Ländern Europa's tritt die Renaissance etwas später auf, als in Italien; nemlich erst im sechzehnten Jahrhundert. Sie verbreitete sich aber, selbst über Europa hinaus, mit reifsender Schnelligkeit. Im Allgemeinen wurden die Bauwerke Italiens willig zum Muster genommen; so dafs sich die dortigen Erscheinungen, etwa mit Übergehung der frühern kräftigern Werke, wiederholten; jedoch in der Regel etwas später und von weniger scharfem Gepräge. Dabei zeigte sich wenig oder gar keine Einwirkung

des National-Characters; es ward überall, wo europäische Cultur hingedrungen ist, eben wie in Europa (am spätesten in Rufsland), so in den Colonieen in America, Indien und Ägypten, Renaissance-artig gebaut. Zum zweitenmal schrieb Rom, oder doch Italien, der Welt seinen Baustyl vor, und zwar im Wesentlichen fast denselben wie früher; daher freilich auch mit demselben ungünstigen Erfolge. Dafs nach der glänzenden Kunst-Epoche des Mittel-Alters, mit Verleugnung aller Nationalität, mit Verkennung der Lehre, welche die Geschichte gegeben hatte, eine Bauart wiederum herrschend werden konnte, die dem Heidenthum angehörte, an sich verdorben war, und gegen welche die christliche Welt acht Jahrhunderte lang angekämpft hatte, ehe ihre letzten Spuren verdrängt waren, wirft ein bedeutsames Licht auf die damalige Zeit. Dafs, wie wir oben anmerkten, die Katholiken den Renaissancestyl verbreiteten, weil er von Rom ausging, und die Protestanten ihn (dieses übersehend) deshalb annahmen, weil er den für ein Erzeugnifs des Katholicismus gehaltenen germanischen Baustyl verdrängte, und dafs er ferner der Vorliebe für den profanen Baustyl entsprach, sind nur die äufsern Bedingungen jener seltsamen Erscheinung: der innere Grund liegt wohl unstreitig im Zeitgeist, in der vorwaltenden Verstandesthätigkeit, welche der Wissenschaft eben so günstig war, als der Kunst ungünstig; in dem oben beschriebenen Gange, welchen die Reformation nahm: mit einem Worte darin, dafs der reformatorische Geist sich zu früh in der Kunst, zu spät und zu feindlich im Leben äufserte. Da diese Äufserungen nicht beide Hand in Hand gingen, so mufste der ersten Aufregung in den Kunstbestrebungen, nachdem sie so überraschende Erfolge errungen hatten und man der Unterstützung durch thatkräftige Handlungen im äufsern Leben entbehrte, Abspannung folgen. Andrerseits war das Bestreben desselben Geistes später, als die Stunde des Handelns geschlagen hatte, als er sich gewaltsam eine Bahn eröffnete, nach einem zu ernsten Ziele gerichtet und in zu gefährlichen Streitigkeiten verwickelt, um für die Kunst Aufmerksamkeit übrig zu lassen. Dies, mit dem früher Angeführten zusammen, dürfte jene Erscheinungen erklären. Am wenigsten dürfen wir aus dem Wiederauftreten der römischen Baukunst schliefsen, dafs sie diejenige sei, welche ein für allemal in allen Ländern und zn allen Zeiten die allein anwendbare sei, und wir dürfen darin nicht etwa einen Wink finden, auf die Antike überhaupt und auf die griechische Bauart im Besondern zurückzugehen, wenn wir nicht etwa Kunst und Religion zugleich und die bei allen Völkern unleugbar hervortretende innige Beziehung beider zu einander leugnen wollen.

Ein anderes Räthsel, dafs nemlich, während die ***Baukunst*** sank, die ***Malerei*** und ***Bildhauerkunst*** aufblühten, und theilweise deshalb aufblüheten, weil die Meister die Antike studirten, läfst sich leichter lösen. Einmal waren Malerei und Bildhauerkunst aus begreiflichen Gründen in Rom nicht so tief gesunken, wie die Baukunst; es waren noch alte griechische Kunstwerke in Rom und die Künstler konnten leichter zu den reinen Quellen gelangen; sodann war in den beiden Künsten, welche zunächst den menschlichen Körper nachzubilden hatten, die sinnliche Auffassung der Antike weniger nachtheilig; und endlich war es, aus denselben Gründen, den Künstlern leichter, den christlichen Geist mit den classischen Formen der Antike zu vereinigen.

Frankreich, welches in früherer Zeit am längsten die altrömischen Bauformen festgehalten hatte, war es auch, welches am ersten die Renaissance aufnahm.

Eines der ersten dortigen Bauwerke in diesem Styl scheint das Schlofs von ***Ecouen, von Jean Bullaut*** erbaut, gewesen zu sein; etwa aus der Zeit von 1540. Es ist ein Viereck und hat drei Stockwerke, mit höhern Pavillons an den Ecken. Im innern Hofe ist ein Peristyl, dessen corinthische Säulen bis zum Dachgebälk reichen; ein zweites Portal hat zwei Säulenstellungen übereinander. Die Architektur, obwohl im Detail nicht ohne Geschmack, hat noch manche Anklänge an mittelalterliche Art.

Der ältere Theil der ***Tuilerien,*** von ***Philibert Delorme*** (1577 gestorben), einstöckig, mit Pilastern von gröfsern und kleinern Quadern und mit schwerfälligen Dachfenstern, in der Mitte mit einem zweistöckigen Aufsatz, mit Kuppel, an welcher kleine Eckkuppeln angehängt sind und mit durchbrochner Laterne, hat eine sehr unbehülfliche Architektur.

Der alte ***Theil des Louvre,*** um 1550 von ***Pierre Lescot*** erbaut, hat eine etwas weniger schwerfällige, jedoch sehr bunte Architektur; drei Säulenstellungen übereinander, mit grofsen Fenstern und vielen stark vortretenden Risaliten, mit runden Frontons. In der Mitte ist ein gröfserer Vorsprung, eine Etage höher, mit bunt verziertem Giebel, hinter welchem sich eine vierseitige Kuppel ohne Laterne erhebt.

In dem von ***Jaques de Brosse*** für Maria von Medicis im Jahre 1611 erbauten ***Palast Luxemburg*** will man eine Nachahmung jener noch mittelalterlichen toscanischen Paläste aus dem funfzehnten Jahrhundert sehen. Aufser der starken Bossage, mifsverstandenerweise hier mit abgerundeten Ecken der Quadern, findet sich indefs keine Ähnlichkeit damit. Das 180 F. lange und

150 F. breite Gebäude besteht aus sechs sogenannten Pavillons, nemlich dreistöckigen Gebäuden von quadratischer Grundform und mehr hoch als breit, mit steilen Zeltdächern; die vier hintern Pavillons werden durch das eben so hohe Hauptgebäude, die beiden vordern unter sich mit einer einstöckigen und mit den folgenden durch zwei zweistöckige Galerieen verbunden. In der Mitte der vordern einstöckigen Galerie erhebt sich ein achteckiger Pavillon, mit rundem Aufsatz, Kuppel und Laterne, gerade so hoch wie die Pavillons an den Ecken; er bildet den Eingang zum Vorhof. Alle Stockwerke sind mit gekuppelten Pilastern von toscanischer und dorischer Ordnung verziert, durch welche die Bossage durchläuft. Die Fenster-Öffnungen sind sehr einfach und das Ganze macht einen schwerfälligen und dabei etwas ärmlichen, keineswegs palastartigen Eindruck.

Gefälliger und reiner ist die von *Perrault* (1613 bis 1688) aufgeführte *Colonnade* am *Louvre;* was freilich mit aus der Aufgabe kommt. Eine offene Säulenhalle von einiger Ausdehnung wird immer eine günstige Wirkung machen. Aufser dem zu kahlen Unterbau, mit seinen grofsen Fenstern, welche aber, statt der ursprünglich vorhanden gewesenen Nischen, erst später durchgebrochen sein sollen, ist nur etwa Das nicht gut, dafs die Colonnade durch die vortretenden, theils mit Pilastern, theils mit dicht davor gestellten Säulen besetzten drei Vorsprünge zu sehr verkleinert wird; dafs die Säulen ohne allen Anlafs *gekuppelt* sind; dafs die mittlere Säulenweite zu grofs ist; dafs an den Eckvorsprüngen ein Pilaster und eine daneben freistehende Säule gekuppelt sind, und dafs die hintere Wand oben über den Fenstern mit sehr steifen Kränzen und Medaillons besetzt ist. Die architektonischen Details sind ziemlich rein. Bemerkenswerther ist noch, dafs (anscheinend hier zuerst) der Architrav aus kleinen Steinen zusammengesetzt ist.

Die *Kirche de la Sorbonne,* von *le Mercier* (1660 gest.), ist eine bedeutungslose Composition; nach zahlreichen Mustern und von einer sehr trocknen Architektur. Die corinthischen Pilaster am mittleren Theil und der Rotunde sind gruppenweise neben einander gestellt und wie auf einander geklebt; an den andern Seiten nehmen stark vortretende Pfeiler die Stelle der Pilaster ein, um welche statt der Capitäle die Gesimse herumgekröpft sind, während oben darauf die Geländerpfeiler so stehen, als ob auch die Geländer sich um die Pfeiler herumkröpften.

Noch weniger schön ist der berühmte *Triumphbogen am Thor S. Denis,* von *Blondel* (1618 bis 1686). Er macht eine bedeutende Masse aus, von

74 F. breit, 15 F. dick und 75 F. hoch. In der Mitte befindet sich an jeder Seite eine viereckige 1½ F. tiefe Nische, in welcher die mit Kämpfer und Archivolte ausgestattete Bogenpforte durchgebrochen ist; in den Bogenzwickeln sind Siegesgöttinnen angebracht, und als Schlufsstein dient ein übergeworfenes Löwenfell, mit Kopf und Tatzen. Darüber ist in der glatten Fläche eine länglich viereckige Vertiefung mit Basrelief; dicht darüber folgt der niedrige gestreifte Architrav, ein glatter Fries, das kleinlich gegliederte Gesims mit Sparrenköpfen und ein Sockel mit Arabeskensaum; die vier Ecken sind verkröpft. Schon die Verhältnisse des Bauwerks sind unangenehm und es fehlt ihm an einer eigentlichen Architektur. Sie ist ohne Kraft und Ausdruck, und durch die vier auf die glatten Pfeiler en relief wie angehefteten, von oben bis unten mit Bildhauer-Arbeit überladenen Pyramiden mit ihren Piedestalen, durch welche kleine Pforten gehen, erhält das Bauwerk noch wahrhaft widerliche Zusätze.

Der *Dom der Invalidenkirche*, erbaut von *Mansard* (1647 bis 1708), in einer kleinlichen Manier, ohne Kraft und Ausdruck, ist wiederum eine Nachbildung vorhandener Muster, hat jedoch im Ganzen nicht ganz unangenehme Verhältnisse; wenigstens nicht der Aufsatz mit Rotunde, Attike, Kuppel und Laterne. Die Dachfelder der Kuppel sind unschicklicherweise mit Trophäen en bas relief besetzt.

Das grandioseste Werk der Renaissance in *Paris* hat der Italiener *Servandoni* (1695 bis 1766) in der westlichen *Façade* oder dem Portal der *Kirche St. Sulpice* aufgestellt. Eine dorische Colonnade von 184 F. lang zieht sich ohne Verkröpfung vor die Kirche hin, so dafs an jeder Seite die vier Ecksäulen, je zwei und zwei gekuppelt, hinterwärts durch solide Mauern, aus welchen sie halb hervortreten, verbunden werden und so die Thürme bilden. Die eigentliche Halle dazwischen hat noch fünf Säulenweiten, vorn zwei Säulenreihen dicht hintereinander und vor der Kirchenmauer noch eine dritte Säulenreihe. Darüber steht eine eben so angeordnete jonische Colonnade; doch ganz mit Arcaden zwischen den Säulen ausgebaut. Hierüber erheben sich die Eckmassen oder Thürme, jeder zwei Stockwerke hoch. In jeder Front, wie unten, sind sie mit einem Paar gekuppelter Säulen von corinthischer Ordnung verziert; in der Mitte ist eine Bogen-Öffnung. Sonderbarerweise haben die dritten Stockwerke der Thürme vier Giebel, welche reliefartig vor die Untersätze der obern Stockwerke vortreten; letztere dagegen schliefsen Plateformen und deren Geländer. Statt der jetzigen Balustrade des zweiten Geschosses zwischen den Thürmen soll ursprünglich ein Giebel vorhanden ge-

wesen sein. Läfst sich auch das Bauwerk nicht ganz billigen, so ist es doch nur die Gleichförmigkeit aller Etagen, die bedeutungslose Form der Thürme, ihre gespreizte Stellung u. s. w. und der Renaissancestyl im Allgemeinen, was nicht zu loben ist. Dagegen nähert sich die dorische Säulenstellung, mit cannelirten Schäften, die ziemlich einfachen Capitäle des ungestreiften Architrav u. s w., so auffallend der reinen griechischen Architektur, wie kaum ein Denkmal des alten Roms.

Natürlich wurde dies lobenswerthe Beispiel nicht weiter befolgt; vielmehr verfielen die gleichzeitigen und spätern Architekten in Frankreich, eben wie in Italien, weiter in jene Nüchternheit, die der gänzlichen Verarmung voranzugehen pflegt. Als Beispiel davon mag das Gebäude der *École de médecine, von Gaudoin* (1727 bis 1818) erbaut, genannt werden, wo über einer jonischen Säulenstellung, welche in fünf Abtheilungen theils Colonnaden, theils Arcaden, theils volle Felder hat, ein Gebälk mit glattem Architrav und Gesims ohne Fries liegt, und worauf eine ganz glatte Etage aufgebaut ist, mit schlichten viereckigen Fenstern dicht unter dem Dachgesimse.

Nur etwa die *Kirche der heiligen Genoveva*, erbaut von *Sufflot* (1713 bis 1781), macht noch eine Ausnahme. Obgleich ihr Styl im Einzelnen ebenfalls nüchtern ist, macht doch das Gesammtverhältnifs, der corinthische Porticus mit cannelirten Säulen und die vor der obern Rotunde angesetzte Colonnade, mit ebenfalls corinthischen, freilich glatten Säulen, eine gute Wirkung.

Wir haben nur die *berühmtesten* und grofsartigsten Bauwerke in Frankreich genannt. Und da nun schon die bessern unter ihnen nur bedingt gelobt werden können, und die Mängel, welche schon der römische Styl überhaupt in hohem Grade hat, übergangen wurden, so läfst sich erachten, dafs die *gewöhnlicheren* Bauwerke jener Zeit noch unschöner sind. Namentlich wirft man Frankreich vor, dafs sich daselbst ein höchst kleinlich-manierirter Styl ausbildete, der von dort aus sich allgemein verbreitete und der in neuerer Zeit den Namen *Perrückenstyl* bekommen hat.

In *Spanien* wurde in der Mitte des sechzehnten Jahrhunderts unter Carl V. der unvollendet gebliebene Palast zu Granada, neben der Alhambra, im Renaissancestyl ausgebaut. Ungleich bedeutender ist das (1563 bis 1584) unter Philipp II. von italienischen Meistern erbaute *Kloster Escurial*. Es ist ein Viereck von 740 F. lang und breit und aus vielen einzelnen Gebäuden und Thürmen zusammengesetzt. Das Ganze macht einen gewaltigen, aber düstern Eindruck, welchen die Details der zierlichen italienischen Bauart nicht

mildern. Offene Colonnaden, überhaupt Säulenstellungen, giebt es hier nur wenig, wenn gleich es dagegen nicht an ausgeschweiften Giebeln u. dgl. fehlt. Besonders imponirt der aus der Gruppe sich emporhebende Dom, mit seinen zwei schwerfälligen Thürmen gen Westen und mit der dominirenden Kuppel. Die Verschwendung an edeln Steinen, Gold und Silber in dem Mausoleum unter dem Dom soll grofs sein.

Eine eben so imposante Masse, wegen der gröfsern Höhe, des innigeren Zusammenhanges und wegen ihrer Lage auf einer bedeutenden Anhöhe, mit gewaltigen Freitreppen davor, und von freundlicherm Eindruck, ist das in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts erbaute *Schlofs zu Madrid.* Es hat aber eine verwirrende Menge willkürlicher Zierrathen, die bei näherer Betrachtung aus dem weifsen Sandstein hervortreten.

In *Portugal* ist das unter Johann V. erbaute reiche *Kloster Mafra* ein ächtes Beispiel fratzenhafter Entartung der Renaissance, die, weil sie sich nicht wie bei dem vorigen Gebäude blofs auf die Details beschränkt, bei aller Gröfse des Werks, auf den ersten Blick in die Augen fällt. Die weit ausgedehnte Front, drei Stockwerke hoch, wird von zwei Eckgebäuden begrenzt, welche auf hohen ausgeschweiften Sockeln stehen, mit weit gespreizten Pilasterstellungen, einer doppelten Attica und einer birnenförmig geschweiften Kuppel. Breiter noch tritt der mittlere Theil, ebenfalls mit Pilasterreihen, hervor; auf ihm erhebt sich in der Mitte hinter einem Giebel eine Rotunde, mit Kuppel, Laterne und mannigfachen Geländerpfeilerchen; zu beiden Seiten, dicht daneben, stehen niedrige Thurm-Aufsätze, mit hohen, mehrfach geschweiften, ausgezackten und mit hörnerartigen Aufsätzen gekrönten Spitzen. Die mittleren Theile zwischen jenen Vorsprüngen haben keine Pilasterstellungen und sind durch gequaderte Lisenen in drei Theile getheilt, von welchen der mittlere eine hohe Balustrade zwischen gedrechselten Eckpfeilern hat.

In *England* führte *Inigo Jones* (1572 bis 1652) den Renaissancestyl ein. Der unter andern von ihm erbaute *Palast Whitehall* in London hat eine einfach regelmäfsige Gestalt. Auf einem schlichten Souterrain, mit starker Bossage, stehen eine jonische und darüber eine corinthische Pilasterreihe, an den Ecken gekuppelt, mit niedrigem Gebälk, welches regelmäfsig über den Pilastern herausgekröpft ist; die Felder dazwischen sind bossirt, während die Pilaster glatt sind. Die Fenster haben einfache architravirte Einfassungen, die der untern Etage abwechselnd gebogene und dreieckige Giebel, die obern gerade Verdachungen. Unter dem obern Architrav sind zwischen den Ca-

pitälen Masken und Guirlanden angebracht. Das obere Gebälk krönt eine schwerfällige Balustrade, auf deren Pfeiler Statuen stehen.

Ein bedeutenderes und ungeachtet einiger Nüchternheit doch lobenswerthes Bauwerk ist die von *Wren* (1632 bis 1723) erbauete *S. Paulskirche,* mit zwei corinthischen Pilasterstellungen übereinander, zwei unbedeutenden, zweimal eingezogenen und etwas barok gestalteten westlichen Thürmen und einer bedeutenden, von einer Säulenstellung umgebenen Rotunde mit Kuppel und Laterne.

In den *Niederlanden* erwarb sich *Jacob van Campen* (gest. 1658) als Baumeister einen Namen; jedoch ist das von ihm erbaute *Rathhaus* zu *Amsterdam,* mit seinen drei Risaliten und zwei ganz gleichförmigen Etagen, mit corinthischen Pilasterstellungen und einfach viereckigen, ganzen und halben Fenstern übereinander, ohne sonderlichen Effect.

Günstiger ist über die Renaissance-Bauwerke in *Deutschland* zu urtheilen. Zunächst ist hier ein äufserst zierliches *kleines Gebäude* zu nennen, mit Sälenlauben und umlaufenden Altan, in ächt italienischem Character (wahrscheinlich aber auch wohl von einem italienischen Baumeister entworfen), welches der Sage nach *Rudolph II.* für *Tycho de Brahe* in Prag errichten liefs, dessen Erbauungszeit aber in die letzten Jahre des sechzehnten Jahrhunderts fällt. Die Arabesken an den Friesen und die sonstigen Verzierungen scheinen den besten römischen nachgebildet zu sein. Ähnliche zierliche Bauwerke aus späterer Zeit, häufig aus einzelnen Erkern, Vorhallen u. s. w. bestehend, finden sich in den mittleren Städten Deutschlands häufig.

Das in den Jahren 1615 bis 1618 von *Elias Hall* erbaute *Rathhaus zu Augsburg* ist nicht eben beachtenswerth. Würdiger ausgeführt ist das gleichzeitig von *Holzschuher* erbaute *Rathhaus zu Nürnberg.*

Bedeutendere Werke sind das in reicher und characteristisch-kräftiger Architektur von *Nehring* und *de Bott* erbaute *Zeughaus zu Berlin,* und das nicht überreiche, aber imposante und (wenigstens in den von *Schlüter* 1699 bis 1706 ausgeführten Theilen) harmonisch gestaltete dortige *Schlofs.* Selbst die spätern Bauwerke von *Knobelsdorf,* unter *Friedrich dem Grofsen* ausgeführt, sind, wenn gleich ärmlicher, verhältnifsmäfsig noch lobenswerth.

Ferner sind mit verhältnifsmäfsiger Anerkennung zu nennen die Werke von *Fischer von Erlach,* und darunter die 1716 bis 1737 erbaute *Kirche Carl Borromei zu Wien,* mit ihrer hohen Kuppel und den minaretartigen Säulen zu beiden Seiten des Porticus, und mehrere dortigen Paläste; die 1720

bis 1744 erbaute bischöfliche Residenz zu Würzburg und viele geringere Bauwerke von unbekannten Meistern in verschiedenen Städten; darunter z. B. das 1810 abgebrannte *Zeughaus* zu Magdeburg; auch etwa das dortige *Rathhaus*. Allein es fehlt auch nicht, wie wir es täglich sehen können, an argen und zahllosen Mifsgeburten des Renaissancestyls; wie es z. B. die in Form einer geschweiften Commode erbaute *Bibliothek* zu Berlin ist, die indessen immer noch zu den bessern Gebäuden gehört. An den zahlreichen schlechtern sieht man die ärmlichste Anlage und die bizarresten Verzierungen.

Noch deutlicher, als an den vereinzelten Beispielen der Wirklichkeit, kann man den in der Mitte des vorigen Jahrhunderts im Allgemeinen herrschenden Ungeschmack aus den damaligen architektonischen Büchern sehen. Ein Paar belustigende Beispiele finden sich in *Penthers* „Bürgerlicher Baukunst", welche doch mehrere Auflagen erlebte.

Das erste ist ein äufserst subtiler Zopf eines Opernhauses. Der Zuschauerraum erhebt sich in der Mitte als ein vortretendes Achteck mit einer Kuppel, auf welcher Amphion mit der Leyer thront. Auf der Brüstung des Dachgeländers und auf den mit Plateformen bedeckten zahlreichen Luken stehen alle möglichen Thiere, die eifrig nach den Tönen Amphions lauschen. Dabei ist die sinnige Unterscheidung nicht vergessen, dafs die Vögel auf dem Geländer sitzen, die Vierfüfsler aber auf den Dachluken stehen, damit man nicht fragen möge, wie sie dahin gekommen sein dürften. Nur der Elephant, der freilich für eine Luke zu grofs war, steht auf einem besondern Postament, welches einen Theil des Geländers ausmacht.

Ernster und bedeutsamerer ist der Zopf an einem Rathhause. Das lange Gebäude wird in der Mitte von einem Thurm in zwei gleiche Hälften getheilt, deren jede (als worauf sich *Penther* viel zu gute thut) als ein besonderes, wiederum symmetrisches Gebäude, mit Thür, Risalit und Fronton in der Mitte, mit zu beiden Seiten gewalmtem Mansardedache und mit einem Aufreiterthürmchen in der Mitte sich präsentirt, und zwar, wie es sich versteht, von der armseligsten Architektur. Der Thurm hat einen ausgeschweiften Grundrifs, welcher dadurch motivirt wird, dafs derselbe „dem Abaco der höhern Säulen-Ordnungen nachgebildet sei"! Der Thurm erhebt sich lothrecht bis zur Plateform, welche ein ganz schlichtes würfelförmiges Piedestal zu einem Obelisk trägt, dessen Inneres zur Wohnung des Thurmwächters bestimmt ist. Der sehr abgestumpfte Obelisk, oben mit Wetterfahne, im Innern die Uhr und die Glocken enthaltend, steht aber keinesweges auf seinem Piedestal, sondern

schwebt frei in der Luft, auf „acht knieenden Atlantibus" ruhend. Um diese kühne Idee, durch welche *Penther* sich selbst überrascht zu haben scheint, ausführbar zu machen, wird der Obelisk aus Holz gezimmert und mit Kupferblech überzogen! —

Mit dieser kleinen Erheiterung können wir füglich die Betrachtungen über die Bauwerke des achtzehnten Jahrhunderts schliefsen. In den oben nicht genannten Ländern findet sich ganz Ähnliches.

§. 190.

Über den Rococostyl.

Wir haben den sogenannten *Rococostyl* eigentlich schon in den vorigen Paragraphen gesehen; es kommt nur darauf an, ihn von dem Renaissancestyl zu sondern. Es ist aber nicht leicht, hier eine scharfe Grenze zu ziehen. Gewöhnlich versteht man unter *Rococo* den in Frankreich ausgebildeten und mit Perrücke und Zopf bei uns eingewanderten Baustyl. Mit magerer Anordnung des Ganzen gefällt er sich in wüster Verzierung durch Schnörkel, Schnecken, Muscheln und dergl., und verdirbt die wenige Architektur, welche er hat, durch eine Unzahl willkürlicher Verkröpfungen, Unterbrechungen und sonst auf alle mögliche Weise. Gehen wir auf *Italien* zurück, so finden wir schon in den Werken *Borrominis* solche Ausschweifungen; nur freilich noch nicht so kleinlich. *Borromini* ist wiederum der übertreibende und einer der weniger geistreichen Nachfolger *Buonarottis;* also mufs *dieser* als der eigentliche Begründer des Rococostyls angesehen werden.

Versuchen wir nun den Rococostyl zu *characterisiren.* Blofs eine Entartung, eine Caricatur der Renaissance in ihm zu sehen, wäre nur halb richtig. Er hat sich historisch zwar aus der Renaissance entwickelt, tritt ihr aber widerstrebend gegenüber: denn er verdirbt nicht blofs die Renaissanceformen, sondern verdrängt sie auch; und ein Rococobau ist in der Regel um so schöner (wenn der Ausdruck gestattet ist), je weniger er der Renaissance angehört. Die plastische Ruhe, welche einst, von der Grazie belebt, den Grundcharacter der ächten antiken Kunst bei den Griechen ausmachte und trotz aller Bemühungen der Römer und der Neuern immer noch durchleuchtet, wo Säulen oder Pilaster zu schauen sind, wird vom Rococo durch Kröpfungen und Unterbrechungen der Gebälke, durch geschweifte Linien, im Grundrifs, wie im Aufrifs, und durch verwirrenden Formenwechsel aufgehoben; der Zierlichkeit in den Details der römischen und der ersten Renaissance-Architektur,

als dem Nachklang der griechischen Grazie, treten geschmacklose und dabei derbe Rococozierden entgegen. Näher kommt man dem Wesen des Rococo, wenn man dasselbe in der Einführung willkürlicher, d. h. statisch bedeutungsloser Formen statt der architektonischen, in der Renaissance sucht. Allein diese Erklärung stellt nur das *Verhältnifs* zwischen beiden auf und *unterscheidet* den Rococo noch nicht von den ähnlichen Erscheinungen, die fast in allen Baustylen zur Zeit der Entartung vorkommen. Es giebt vielleicht *nur eine* Definition, die den Character des Rococo scharf bestimmt, ihn von allen anderm Ähnlichen unterscheidet und zugleich die mannigfachen Richtungen, in denen er sich fast während der ganzen Zeit der Renaissance verlor, ohne Zwang zusammenfafst; sie mag auffallend sein, wird sich aber rechtfertigen lassen: *Der Rococostyl ging nemlich aus der Übertragung des christlichen Geistes auf die Renaissance oder auf den römischen Baustyl hervor.* Dafs die Bauart der heidnischen Römer nicht im Stande war, die Idee des Christenthums und den Geist christlicher Völker zu characterisiren, möchte, so sehr auch in der Praxis dagegen gefehlt ist und noch immer gefehlt wird, doch schwerlich von Jemand bestritten werden, noch bestritten werden können. Wurde dies nun auch damals unter den oben beschriebenen Verhältnissen nicht geradezu anerkannt, so mufste man es doch bei allem Übergewicht der Verstandesthätigkeit dunkel *fühlen* und also *unwillkürlich* sich bestreben, die christlichen Ideen und den eignen Geist darin auszusprechen. Entscheidend ist aber für unsre Ansicht der Umstand, dafs es grade ein so tüchtiger Künstler und ein so erhabener Geist wie *Michael Angelo* war, welcher zuerst dem Rococo Bahn brach: dafs es grade eine *Kirche* war, bei deren Bau es zuerst geschah, und dafs diese Kirche grade in der von dem Styl *unabhängigen* Grundgestalt die Idee des Christenthums auf eine eben so bestimmte als ächt künstlerische Weise ausspricht. Wenn auch im Allgemeinen die Grundgestalt eines Gebäudes der Einwirkung des Baustyls nicht ganz sich entzieht, so darf doch hier mit Recht das Wort *unabhängig* gebraucht werden, da der Baustyl, wenn er berücksichtigt worden wäre, eine ganz andere Grundgestalt verlangt haben würde.

Vergleichen wir die Art der jetzigen Einwirkung des christlichen Geistes mit der frühern zur romanischen Zeit, so erklärt es sich leicht, warum beide so verschiedenartige Erfolge haben, nemlich die eine zur Erfindung des herrlichen germanischen Baustyls, die andere zum gänzlichen Untergange der Kunst führen konnten. Die *frühern* christlichen Völker waren roh und noch

ungebildet, aber kindlich-bildsam und voller Gefühl; sie lernten den römischen Baustyl nicht ausgebildet, sondern schon in seiner Auflösung kennen; welches von vorn herein eine Umbildung möglich machte. Die Einwirkung des christlichen Geistes fand daher weniger Widerstand, und da der letztere in den Völkern selbst erst entwickelt werden mufste, so geschah es nur sehr allmälig, so dafs eine innigere und gründlichere Durchdringung möglich war, wie sie sich in der Verwandlung des Capitäls in die Würfelform, der Säule in den gegliederten Pfeiler u. s. w. nachweisen läfst. Die *neuern* christlichen Völker dagegen waren schon gebildet, fast überbildet; sie nahmen nicht aus Noth den römischen Styl an; sie suchten ihn, in der Meinung, er sei der allein und allgemein passende und würdige, auf, und zwar in seinen frühern und bessern Mustern, die allerdings wohl blenden konnten. Auch in ihnen äufserte sich, und vielleicht bestimmter noch als früher, der durch das Christenthum geweckte Drang nach lebendiger Entfaltung und höherer Entwicklung; aber dieser Drang, und dafs er in der in sich abgeschlossenen Ruhe der Antike keine Befriedigung finden könne, liefs sich nicht wohl mit dem Verstande erkennen, sondern nur fühlen: man wollte aber nicht *fühlen* und dem Gefühle folgen; man wollte, in Folge der Überbildung, klar *erkennen*. So machte sich denn das Streben sehr rasch, aber eben deshalb auch nur oberflächlich in einem grofsen und kräftigen, aber völlig willkürlichen Formenreichthum geltend, der sich äufserlich der Renaissance anzuschliefsen schien und von dem man sicher glaubte, dafs er eine weitere harmonische Ausbildung derselben herbeiführen würde, der aber seinem innersten Wesen nach dieselbe Quelle hatte, wie der Formenreichthum des germanischen Baustyls und deshalb das Verderben der römischen Kunst, dabei aber unter den geschilderten Verhältnissen auch zugleich den Untergang aller Baukunst nothwendig herbeiführen mufste.

Sollte sich denn nun nicht aus dieser Entstehungsweise des Rococo seine Anwendbarkeit, wenn (wegen des mangelnden Emporstrebens) auch nicht zu *Kirchen*, so doch zu profanen Bauwerken folgern lassen? Die durchaus verneinende Antwort versteht sich von selbst. Der Rococostyl ist aus *widerstrebenden* Elementen zusammengesetzt. Was davon dem christlichen Geiste angehört, reicht zwar hin, die Renaissance zu verderben, keineswegs aber, einen neuen Baustyl zu entwickeln. Er besteht aufserdem aus völlig willkürlichen, statisch bedeutungslosen, also unarchitektonischen Formen, und ist demnach bizarr und unschön, zu keiner Zeit anwendbar und jeder weitern architektonischen Ausbildung unfähig. Der germanische Baustyl war aus dem

christlichen Geiste hervorgegangen: im Renaissancestyl war der letztere der fertigen Renaissance einzuimpfen versucht worden. Dieser Gegensatz erklärt, warum der eine Styl eben so harmonisch und vortrefflich ist, als der andere mit sich selbst im Widerstreit und verwerflich.

Zum zweitenmal ist der Versuch gemacht worden, den römischen Baustyl zum herrschenden in der christlichen Welt zu erheben: allein der zweite Versuch hat noch schmählicher geendet, als der erste. Wohl konnte man damals glauben, dafs der Grund des ersten Mifslingens besonders darin liege, dafs man von den letzten dürftigen Resten der Antike ausgegangen war und dafs ein Versuch der Einführung der römischen Baukunst in ihrer vollen ehemaligen Pracht einen günstigeren Erfolg haben würde. Das Ergebnifs hat aber das Gegentheil gezeigt; und so läfst sich schliefsen, dafs, wenn man noch weiter gehen und die reine *griechische* Antike einführen wollte, das Resultat noch weniger günstig sein würde.

Obgleich wir schon früher den römischen Baustyl und jetzt wieder die Reminissance verwerfen zu müssen glaubten, so soll doch damit nicht all' und jedes Erzeugnifs derselben als durchaus und in jedem Betracht unschön und unkünstlerisch bezeichnet werden. Die Kunst und die Schönheit haben eigenthümliche, von der Bestimmung des Gegenstandes, vom Charakter und der Religion des Volkes unabhängige Elemente, die, wie wir im zweiten Theile sahen, vorzugsweise im griechischen Styl und, wenn auch weniger, so doch immer noch in bedeutendem Maafs auch im römischen Styl erreicht sind. So sind auch viele Renaissance-Gebäude in Hinsicht auf Harmonie, Grazie u. s. w. in hohem Grade lobenswerth. Da jedoch ein Kunstwerk nur dann eigentlich vollkommen zu nennen ist, wenn *alle* Elemente des Schönen sich in ihm vereinigen und wenn namentlich, sobald von Kunstschönheit die Rede ist, der Ausdruck des Schönen oder die *Wahrheit* in der Darstellung des Gegenstandes dasjenige Element ist, welches die Verhältnisse der andern bestimmt: da ferner die Werke der Baukunst nothwendig jedesmal mit dem Character des Volks und Landes in unmittelbarer Beziehung stehen: so folgt, dafs der Baustyl nothwendig den Geist des Volkes deutlich und bestimmt aussprechen mufs und dafs ein Gebäude, dessen Styl dies nicht thut, bei aller Harmonie, Grazie und Erhabenheit, Originalität u. s. w., doch im Ganzen nicht schön genannt werden könne. Der wahre Künstler kann und wird seinen Werken in *jedem* Style den Stempel seines Genies aufdrücken; er kann aber nur in dem einen *richtigen* Styl seinem Werke den *richtigen* Ausdruck geben; er

soll und darf in keinem *andern* Style bauen. Eben so wenig aber ist ein Styl der richtige, der zwar den Character des Volks und die Bestimmung des Gebäudes (immer in diesem Falle nur nothdürftig) ausdrückt, dessen übrigen Elementen aber das architektonisch Schöne abgeht; wie beim Rococostyl.

§. 191.

Die neueste Zeit.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und bis in das jetzige hinein verarmte und erschlaffte die Baukunst nach und nach so gänzlich, dafs man am Ende selbst die ausschweifendsten Rococowerke neben den dürftigen, nüchternen neuen Gebäuden noch stattlich finden könnte. Die übergrofse *Sparsamkeit* beim Bauen, an der wir noch jetzt, wenn auch nicht mehr in dem Grade wie früher leiden, mag theils Ursach, theils Folge der künstlerischen Dürftigkeit gewesen sein. Gleichzeitig hatte die seit der Reformation hervorgetretene *Verstandesthätigkeit* das höhere Interesse ausschliefslich auf die Wissenschaften gelenkt und in Allem was der *Gefühlsthätigkeit* angehörte eine völlige Gleichgültigkeit herbeigeführt, die in Bezug auf Religion und Kunst zuletzt in gänzliches Entschlafen ausartete. Ein solcher Zustand konnte aber unmöglich lange währen. Beim Antritt des neuen Jahrhunderts hatte namentlich Deutschland seinen Klopstock, Herder, Wieland, Schiller, Göthe und die vielen andern hervorragenden Dichter, die begeistert dem Frühlingsmorgen einer bessern Zeit entgegensangen, in den kalten Herzen ihres Volkes die erstorbene Empfänglichkeit für Schönheit weckten und dadurch auch den andern Künsten wieder die Bahnen öffneten. Es kam die Napoleonische Weltherrschaft und vertrieb mit eisernem Zwange die Reste von Zopf und Perrücke; es kamen die Befreiungskriege und weckten die Glut der Begeisterung, die Freiheitssehnsucht und das Bewufstsein der Kraft, selbst in dem Geringsten des Volks. Seitdem erwachte überall ein gewaltiges Streben und Ringen nach Fortschritt und Freiheit, welches freilich die Grenzen überfluthete, aber dem vorurtheilsfreien Beobachter auch die sichere Hoffnung gab, nach Besänftigung der Leidenschaften werde ein Zustand erreicht werden, der ein ruhigeres Fortschreiten zum Ziele der Vervollkommnung gewährt, und der die Erreichung desselben, so weit sie überhaupt möglich ist, verbürgt. Haben wir doch in der That schon so manchen, in seinen Folgen vielversprechenden materiellen, wie geistigen Vortheil errungen! Erleichtern doch schon die Eisenbahnen den Völkerverkehr auf eine nie geahnte Weise; ist doch schon der Gedanke

eines freien Welthandels ins Leben getreten; bilden sich doch überall Vereine für geistige, wie für materielle Zwecke; hat sich doch die öffentliche Meinung schon zu einer Macht erhoben, vor der die Gewalt sich beugt, und die, wenn sie erst selbst gegen Mifsbrauch gesichert sein wird, der Herrschaft des geistigen Princips allgemeine Geltung verschaffen wird und mufs. Scheint doch selbst die Politik ihren alten Täuschungen und Ränken zu entsagen, und gehört doch die Hoffnung, der Krieg, diese uralte, aber der Vernunft und allen menschlichen und göttlichen Gesetzen hohnsprechende Geifsel, werde unter gesitteten Nationen immer seltener werden und zuletzt aufhören, nicht mehr zu den Chimären; scheint doch, selbst unter dem wilden Treiben der Gegenwart, wo die Einen, im Wahne, das Ziel bald erreicht zu haben, einem Abgrunde zutaumeln, die Andern, aus Furcht, den festen Boden zu verlieren, starr an alter Satzung festhalten und kein Titelchen davon aufgeben wollen, jede der Parteien eine friedliche Lösung zu hoffen und wenigstens einzusehen, dafs solche Kämpfe nur mit den Waffen des Geistes ausgefochten werden können!

Auch die Kunst hat sich der allgemeinen Bewegung angeschlossen; wenn auch nicht, wie sonst, sie eingeleitet. Die Krankheit der abgelaufenen Zeit-Epoche lag wesentlich in dem Vorherrschen der Verstandesthätigkeit und in der einseitigen Verfolgung wissenschaftlicher Tendenzen; es galt jetzt, dem *Gefühl* ebenfalls seine Rechte wiederzugeben; und dazu konnte der Impuls nicht füglich vom Gefühle selbst ausgehn. Dennoch bedurfte es nur einer geringen Lüftung der bisherigen Fessel, um der rasch wirkenden Gefühlsthätigkeit die Spannkraft wiederzugeben, und alsbald sahen wir schnell die Poësie, welche die nächste Verwandtschaft zu den Wissenschaften hat, so wie die Musik, kräftig daherschreiten. Anders war es mit den bildenden Künsten, welche mehr verarmt waren und einer längern Übung bedürfen. Indessen erhoben sich bald auch diese aus ihrer Erstarrung zum frischen lebendigen Streben. Die Baukunst, die sonst immer den Schwesterkünsten in der Ausbildung vorangegangen war, mufs gegenwärtig noch der Malerei und Bildhauerkunst den Vorrang einräumen: ein Verhältnifs, was uns nicht befremden kann, wenn wir auf den blühenden Zustand dieser Künste und den vergleichungsweise weit niedrigenderen Stand der Baukunst zur Zeit Raphaels u. s. w. zurückblicken, und was nach dem Vorigen seine Begründung darin findet, dafs die Maler und Bildhauer weit früher mit der ächten griechischen Antike bekannt wurden und dieselbe schneller zu ihrem Nutzen ausbeuten konnten.

Da das Gleichgewicht aller Seelenkräfte unstreitig zum kräftigen Fortschreiten auf der Bahn geistiger Vervollkommnung nöthig ist, so dürfen wir, wenn wir uns erinnern, dafs im Mittel-Alter die Gefühlsthätigkeit bis zur Schwärmerei vorherrschte und eben deshalb der germanische Baustyl um Jahrhunderte zu früh kam, mit Recht in dem Übergewicht der Verstandesthätigkeit in den letzten Jahrhunderten eine nothwendige Folge des frühern entgegengesetzten Verhältnisses sehen; aber auch zugleich eine Vorbereitung zur Wiederherstellung des Gleichgewichts; und es darf uns grade der Umstand, dafs gegenwärtig noch immer die Verstandesthätigkeit, durch die Ausbildung der Wissenschaft gekräftigt, vorherrscht und nur langsam sich in ihre Grenzen zurückzieht, die Hoffnung geben, dafs nicht von Neuem ein Hinüberschwanken in das entgegengesetzte Extrem erfolgen, sondern dafs sich vielmehr endlich das Gleichgewicht wiederherstellen werde; wie es der wahre Fortschritt bedingt. In dieser Hoffnung dürfen wir uns denn auch nicht beklagen, wenn die Kunst, und namentlich die in einer eigenthümlich ungünstigen Lage sich befindende Baukunst, nur langsam vorschreitet.

Die am Ende des vorigen Jahrhuuderts vornehmlich durch die Bemühungen von *Stuart* und *Revett* allgemeiner verbreitete Kenntnifs der echten griechischen Denkmale war es, welche der Baukunst den ersten Anstofs des Wieder-Erwachens gab. Gleichzeitig lenkte sich die Aufmerksamkeit auf die lange verkannten und von den frühern Kritikern als barbarisch verschrieenen Bauwerke unserer deutschen Voreltern, und es ist bezeichnend, dafs gerade ein Geist wie *Göthe* bei der Betrachtung des Strafsburger Münsters zuerst von der erhabenen Schönheit des germanischen Baustyls ergriffen wurde. Auch die Monumente von Indien und Ägypten wurden bekannt; und wenn man von dieser Architektur auch keine unmittelbare Anwendung machen konnte, so lenkte sie doch auf das Studium der *Geschichte* der Baukunst; worauf es vorzugsweise ankam.

Die so einfache und ausdrucksvolle griechische Baukunst ist vor allen geeignet, jedem andern Volke die Wege kennen zu lehren, auf welchen die eigenthümlichen Gesetze der Schönheit, die statische Formenbedeutuug und der nationale Ausdruck zu erreichen sind; mag auch die weitere Entwicklung, im Geiste der Griechen, zu einem ganz entgegengesetzten Baustyl führen. Auf einen solchen Standpunct konnte man sich freilich nicht sogleich stellen; die nächste Wirkung war natürlich die, dafs man nicht sowohl die *Kunst* der Griechen, als ihre *Werke* nachahmte; wie dies bei dem überwiegenden rela-

tiven Werthe derselben fast unter allen Umständen der Fall gewesen sein würde, in dem gesunkenen Zustande der Kunst aber und da man noch immer im Wesentlichen an dem verwandten, wenn auch in höchstem Grade ärmlichen Renaissancestyl hing, nicht anders sein konnte. Zum Glück liefsen sich die Formen der griechischen Tempel nur selten ohne Veränderung nachbilden; und so war man denn genöthigt, die dem jetzigen Bedürfnifs gemäfsen ausgedehnteren Bauwerke nur mit griechischen *Details* zu schmücken. Im allgemeinen suchte man daher auch nur die Renaissance zu reinigen; theilweise wagte man auch die jetzigen Tendenzen mehr mit zu berücksichtigen. Dies führte zu einer freiern Behandlung der Antike; worin namentlich *Schinkel,* dessen Verdienste um die neuere Baukunst überhaupt mannigfach sind, und gröfser, als man jetzt man vielen Seiten her zugestehen will, Bedeutendes geleistet hat.

Mit der allmählich sich einfindenden geistigeren Auffassung der griechischen Kunst steigerte sich die Vorliebe für die germanischen Bauwerke; und wohl läfst sich mit Recht sagen, dafs, wie einst die griechische Kunst als ein Mittelglied zwischen der Kunst der Urvölker und der christlichen nothwendig war und ohne sie schwerlich ein germanischer Baustyl entstanden wäre, auch jetzt, ohne die nähere Kenntnifs derselben, keine Wiedererkennung der letztern Statt gefunden haben würde.

So hat man sich denn nun auch im germanischen Baustyl versucht: bei neuen Werken zwar mit geringerem Erfolge, mit desto glänzenderem aber bei Restaurationen; namentlich in Deutschland. In England, wo man sich auch in den verflossenen Jahrhunderten nie so ganz von der mittelalterlichen Bauart losgesagt hatte, war der germanische Baustyl schon früher wieder aufgenommen worden, und es sind hier besonders mehrere ausgedehnte und prachtvolle Landsitze der Grofsen als gelungene Bauwerke zu nennen; bei welchen auch die frühere, aus normännischen und germanischen Elementen gemischte Bauart ganz passend war.

Der Umstand, dafs der deutsch-germanische Kirchenbaustyl für profane Baue weniger passend war, leitete in der neuesten Zeit bei uns auf Versuche mit dem *romanischen* Baustyl; welcher aufserdem, seiner Natur nach, eine noch freiere Behandlung zuliefs. Hierin ist manches Erfreuliche schon geleistet worden und vielleicht noch Bedeutenderes von der Zukunft zu erwarten.

Auch sogar der Rococostyl hat eine theilweise Wieder-Aufnahme gefunden. Nach dem, wie wir diesen Styl oben characterisirt haben, ist dies

weder befremdend, noch eben sehr zu tadeln; indefs liefs sich von einem Style, dem es an der architektonischen Basis fehlt, zu keiner Zeit ein guter Erfolg erwarten.

So sehen wir denn die Baukunst, als diejenige Kunst, welche unter allen am treuesten Geist und Leben der Völker wiederspiegelt, gegenwärtig, gleich den Bestrebungen im wirklichen Leben, nach allen Richtungen *auseinandergehen,* ohne dafs sich hier so leicht wie dort ein gemeinsames Ziel erschauen liefse.

In der That hat auch die neuere Baukunst eine sehr ungünstige Stellung. Wir können, bei unserer Kenntnifs der verschiedenen Baustyle, nicht wie die ältern Völker von vorn wieder anfangen; wir fühlen uns nicht so gewaltsam erregt und nach langer Vorbereitung zur richtigen Bahn hingedrängt, wie unsere Voreltern im dreizehnten Jahrhundert; und wenn auch die Bekanntschaft mit der griechischen Kunst jetzt eben so vortheilhaft wirken könnte, als zu jener Zeit die Kunst der Araber, so kann doch diese Wirkung, nach den weniger erregenden Eigenschaften der griechischen Kunst, wie nach unsrer geringern Empfänglichkeit, nur sehr langsam sein; wir sehen uns fast *gezwungen,* einen der frühern Baustyle anzunehmen; aber auch hierbei tritt uns das Beispiel des sechzehnten Jahrhunderts warnend entgegen.

Unter diesen Umständen ist es Pflicht, die Lehren der Geschichte, welche nie ungestraft übersehen werden, ernstlich zu Rathe zu ziehen. Es sei deshalb erlaubt, am Schlusse dieser Schrift zuförderst den Entwicklungsgang der Baukunst in einem kurzen Überblick noch einmal vor Augen zu führen und dann die Frage über die Zukunft derselben zu erörtern.

(Der Schlufs folgt.)

5.

Technische Mittel zur Erhaltung des Credits jetziger und künftiger Eisenbahn-Actien.

(Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.) *)

Es läfst sich wohl annehmen, dafs jetzt die Sachverständigen darüber einerlei Meinung sind, dafs die Staaten, welche Eisenbahnen bedürfen, besser thun, solche auf eigene Rechnung zu bauen, als den Bau durch Privat-Unternehmungen, also durch Actiengesellschaften zu veranlassen.

Es spricht nur *ein* wesentlicher Umstand *dagegen:* nemlich der, dafs die meisten Staaten, wenn sie auch gern bauen wollten, nicht bauen können, indem es ihnen wegen der seit funfzig Jahren so riesenmäfsig angewachsenen Staatsschulden unmöglich ist, die zu beträchtlichen Eisenbahnen erforderlichen bedeutenden Summen aufzubringen. Die Schulden der europäischen Staaten betragen jetzt, ohne diejenigen von Rufsland, Griechenland und der Türkei, mehr als Elftausend Millionen Thaler. Nach einer mir von schätzbarer Hand aus einer handschriftlichen statistischen Sammlung gemachten Mittheilung betrugen diese Schulden Ende 1846 schon 10 956 Millionen Thaler. Davon kamen auf Österreich 580 Millionen, auf Preufsen 150 Millionen und auf das übrige Deutschland 182 Millionen. Die Geschichte der Staatspapiere ist die Geschichte der Völker geworden, also auch ihrer Civilisation und ihrer Culturfortschritte.

Unglaublich ist es, welchen Einflufs das englische System des Staatsschuldenmachens auf das Schicksal der Nationen gemacht hat. Ich erinnere mich noch lebhaft, mit welchen Lobpreisungen dieses System vor vierzig Jahren von den Lehrern der National-Ökonomie entwickelt wurde. Ich habe unter den Zuhörern des bekannten Hofrath *Beckmann* in *Göttingen,* mit manchem später zum bedeutenden Staatsmanne gewordenen Jünglinge, die begeisterte Darstellung

---

*) Was der Herr Verfasser in diesem Aufsatze zum Theil auch gegen die obere Leitung des Eisenbahnwesens von Seiten der Staatsregierungen sagt, mag möglicherweise anderswo passend sein: für das *Preufsische* Land ist es das nicht.

Der Herausgeber.

des alten Mannes von diesem Systeme mit angehört; und wenn uns solche damals auch nicht mit mathematischer Bestimmtheit überzeugte, so rissen uns doch die augenblicklich grofsen Folgen des Systems zur Bewunderung hin, und ich glaube, dafs mancher der Zuhörer im Geiste es sich selbst versprach, es eben so zu machen wie *Pitt* und Andere, wenn er einmal zu Macht und Ansehen kommen sollte.

Die directen Folgen dieses Systems sind gewesen, dafs Manches für die Civilisation geschehen ist, was ohne das System unmöglich gewesen wäre und was noch durch Jahrhunderte Früchte tragen kann: die indirecten Folgen aber waren, dafs die immer mehr wachsenden Schulden, durch die eben so wachsenden Zinsen (und sie wachsen zweimal, einmal durch die Vermehrung der Capitalschuld und dann noch durch die Vermehrung der Procente bei abnehmendem Staatscredite), nicht mehr durch die möglichen Staats-Einnahmen gedeckt werden konnten, dafs um der Schulden willen neue Schulden gemacht werden mufsten und dafs so die verschuldeten Staaten in einer geometrischen Progression der Schnelligkeit dem Bankerutte zueilten: einem Bankerutte, der einst mehr zerstören kann, als der Aufwand, der ihn veranlafste, aufbaute.

Wenn nun ein solches Verderben abgewendet werden soll, kann es nur durch Sparsamkeit im Staatshaushalte, durch Vermehrung des Ertrages der Arbeitskräfte und durch Eröffnung aller möglichen Wohlstandsquellen geschehn.

Zu diesen beiden letzteren Mitteln sind aber wieder Capitalien nöthig, und wenn solche die Staaten nicht mehr selbst herbeischaffen können, so sind sie höchlich interessirt, alle Wege, um sie durch Privat-Unternehmungen herbeizuschaffen, zu erleichtern, also auch Actiengesellschaften zu begünstigen und zu unterstützen. Deshalb sind denn auch Eisenbahn-Actiengesellschaften, besonders in unserer Zeit, wo sie lediglich durch Staatsverhältnisse so viel zu leiden haben, darauf angewiesen, von dem Staate Hülfe und Abwendung der ihnen von den Verhältnissen zugefügten Übel zu verlangen. Derjenige Staat, welcher eine solche Hülfe verweigert, schadet sich selbst noch mehr, als den genannten Vereinen.

Allerdings liegt die Ursache des Mifscredits mancher Eisenbahn-Actien nicht in den gegenwärtigen politischen Ereignissen allein, sondern schon in der von Anfang an unvollkommenen Organisation der Eisenbahn-Unternehmungen selbst, und der deshalb doppelt unvollkommenen Ausführung derselben. Aber wer hätte hierbei mehr thun können, ja mehr thun müssen, als eben der Staat, unter dessen Beaufsichtigung und einflufsreichster Beaufsichtigung Eisenbahnen gebaut wurden.

Traurige Erfahrungen haben nur zu sehr bewiesen, wie wenig genügend für das Beste der Actiengesellschaften dieser Einflufs mitunter geltend gemacht wurde; ich sage absichtlich „Das ***Beste*** der Actiengesellschaften," denn es genügt nicht zu sagen: das Unternehmen ist zu Stande gekommen, wenn zugleich die Actionnaire, deren Vermögen es geschaffen hat, dadurch ruinirt worden sind.

Die Haupt-Ursachen der gegenwärtigen Entwerthung der Eisenbahn-Actien liegen in der fast überall befolgten übeln Baumethode, in der häufigen, ja fast allgemeinen Verschwendung beim Betriebe, in der Schwierigkeit einer sichern Ermittelung des künftigen Ertrages einer projectirten Eisenbahn, in verkehrten Finanz-Operationen, wenn die Geldnoth entstanden ist, und endlich in den Actien-Agiotage- und Wucher-Umtrieben.

Zunächst die Fehler der gegenwärtigen Baumethode. Sie bestehen in den höchst unzureichenden Veranschlagungen der Kosten der Bahnen, in der obern Leitung der Ausführung durch Personen, die der Technik und der Localitäten unkundig sind, in einem unrichtigen Unternehmer-Systeme und in einem unnützen Luxus. Diese Mängel, die sich gleichsam die Hand reichen, um sich gegenseitig zu steigern, führen zu unglaublich grofsen Verlusten für die Actionnaire, und man kann annehmen, dafs es Eisenbahnen giebt, bei welchen sie den Actionnairen Millionen kosten.

Aber woher rühren diese Fehler, zu deren Erkenntnifs doch eben keine grofse Einsicht zu gehören scheint? — Es entsteht einer aus dem andern, und die erste Quelle derselben ist, dafs zuweilen Personen an die Spitze der Unternehmungen gestellt werden, welche der Technik und der Localitäten unkundig sind. Freilich sagt man, es müsse zwar der obere ausführende Bau-Officiant ein technischer Sachverständiger sein, aber die höchste Instanz gehöre einem Staatsmanne, der die Landesgesetze und Institutionen genau kennt, der die ganze Geschäftsführung in Harmonie mit den Staats-Einrichtungen hält, der durch seine tiefe Kenntnifs der Verwaltungskunst und ihrer Geheimnisse Alles zum Besten lenkt und regiert und damit die ihm untergeordneten technischen Officianten, deren Gutachten er stets benutzen kann, wenn er es für nöthig hält, vor Mifsgriffen bewahrt.

Was ist aber eigentlich diese grofse Verwaltungskunst? etwa jenes Placksystem der Beamten, jene Fabrik von Dienst-Instructionen für die Officianten, worin das Wesentlichste vergessen und das Unwesentlichste mit einer alle Geschäfte erschwerenden Weitläuftigkeit behandelt ist? oder nimmt man den

Begriff der Verwaltungskunst vielleicht allgemeiner und versteht darunter die Kunst, Alles zu thun und zu lassen, was man für gut hält, mag es gut oder schlecht sein, wenn es nur nicht in so offenbarem Widerspruch zu den bestehenden Staats-Einrichtungen steht, dafs man dadurch selbst in Verantwortung kommen oder die höchste Staatsbehörde in solche bringen könnte?

Wie wird man aber den Verwaltungskünstler, wenn es ihm auch gelingt, Mifsgriffe gegen die Staats-Einrichtungen zu verhüten, von täglichen, ja stündlichen Mifsgriffen gegen die Technik abhalten und die daraus entstehenden, oft ungeheuren Kosten vermeiden? etwa dadurch, dafs er einen technischen Sachverständigen um Rath fragen kann? Wird er das immer wollen und, wenn er es will, wird der Befragte immer der Mann sein, wie er nöthig ist, um den Wünschen des höhern Vorgesetzten, wie es sein mufs, gradezu zu widersprechen und dadurch diejenige Verantwortung allein auf sich zu nehmen, die ein einziger Mifsgriff des Vorgesetzten, bei dem der technische Sachverständige nicht um Rath gefragt wird, höchst verderblich für den letzteren machen kann? wird der Techniker nicht vielmehr so klug sein, die Antwort so einzurichten, dafs dem Vorgesetzten die Verantwortung bleibt? Wenn er aber auch ganz uneigennützig und ohne Rücksicht auf sich selbst die Wahrheit sagt: wird der Fragende, der kein Sachverständiger ist, diese immer verstehen und begreifen? — Ich bin oft in dem Falle gewesen, auf solche Weise von einzelnen Staatsmännern und ganzen Behörden gefragt zu werden, aber mit vieler Mühe und Weitläuftigkeit oft doch zu nichts anderem gekommen, als dafs ich hätte sagen müssen: „Meine Herren: ausführlicher Unter-„richt in der Baukunst läfst sich in einem einzelnen Gutachten oder Berichte „nicht zusammendrängen."

Ein solches Personal-Verhältnifs kann nach meiner practischen Erfahrung nur zu zwei Resultaten führen: entweder der Sachverständige giebt dem Nicht-Sachverständigen nach, und dann entstehen unendliche technische Mifsgriffe: oder der Nicht-Sachverständige überläfst dem Sachverständigen Alles, auch die Verwaltungskunst, und dann ist der Nicht-Sachverständige überflüssig. Das Letztere ist immer noch das Bessere; denn es kostet der Eisenbahn-Gesellschaft nur Tausende, während das erste Verhältnifs ihr Hunderttausende kosten kann.

Endlich aber ist es auch gar sehr unrichtig, wenn man glaubt, der ausführende Bau-Officiant komme nicht bei bedeutenden Bau-Ausführungen täglich in Verhältnisse, die ihm eine allgemeinere Kenntnifs der Staats-Einrichtungen

nöthig machten, wie sie der auf einen bestimmten Wirkungskreis angewiesene Verwaltungs-Beamte hat. Es wird immer noch leichter sein, einen Bau-Beamten zu finden, der eine gute Kenntnifs von den Landesgesetzen hat, als einen Verwaltungs-Beamten, der zugleich ein guter Baumeister ist.

Man wird sagen, die Directoren der Eisenbahngesellschaften werden gewöhnlich von der ganzen Gesellschaft gewählt und es lasse sich erwarten, es werde dieselbe in ihrem *Interesse* wählen, also auch die Sachkenntnifs der zu Wählenden berücksichtigen. Leider geben die Erfahrungen bei solchen Wahlen wunderliche Resultate. Die Gesellschaften werden gewöhnlich durch Geldmänner zu Stande gebracht, und es ist nicht anzunehmen, dafs deren Verein eine eben so vielfache Intelligenz repräsentire, als er Mitglieder zählt; gewöhnlich dominirt darin ein Einzelner, von dessen Einsicht dann Alles abhangt; meistentheils wird der Verein einen Geldmann auch für den besten Director halten; nach diesem einen Rechtskundigen, wegen etwaiger Prozesse, vor denen man zwar mit Recht eine grofse Scheu hat, aber sich irrt, wenn man ihnen durch einen rechtskundigen Director zu entgehen hofft. Dann kommen die Wahlcomplotte und Intriguen, die Jeder kennen wird, der nur einmal an solchen Wahlen Theil genommen hat. Endlich ist die Wahl auch nicht immer ganz der Gesellschaft überlassen; gewöhnlich bestimmt der Staat wenigstens einen Theil der Direction.

Es scheint mir daher unerläfslich nothwendig, dafs jedes gute Statut die ausdrückliche Bestimmung enthalte:

Niemand kann Director des Unternehmens sein, der nicht zugleich technischer Sachverständiger ist. Es mufs sich deshalb der Vorgeschlagene der Prüfung einer technischen Commission unterziehen, von welcher ein Mitglied der Staat, ein zweites die Gesellschaft bestimmt und das Dritte, als Obmann, von diesen beiden Mitgliedern gewählt wird. Von dieser Commission werden auch alle andern Beamten der Gesellschaft geprüft.

Die unzureichenden *Veranschlagungen* der Eisenbahnen, die als die directeste Ursache der Entwerthung vieler Eisenbahn-Actien zu betrachten sind, würden unter der obern Leitung des Unternehmens durch Sachverständige ebenfalls nicht so oft vorkommen, wie es jetzt geschieht. Es ist unglaublich, welche wunderbar verkehrte und sich widersprechende Ansichten öfters Verwaltungskünstler von Bau-Veranschlagungen überhaupt haben. Es ist mir vorgekommen, dafs ein solcher Verwaltungskünstler, in hoher Stellung,

dem ihm untergeordneten Bau-Officianten eines ganzen Landes, auch bei den complicirtesten Bauten, die auf Rechnung (in Regie) ausgeführt wurden und wobei, abgesehn von dem Arbeitslohn, mehr denn funfzig Arten von Baumaterialien vorkamen, deren Preis sich jeden Augenblick ohne Voraussehn ändern konnte, jede Überschreitung des Anschlages bei Strafe der Zahlung der Überschreitung aus eigenen Mitteln untersagte und sich bei den geringsten Überschreitungen ereiferte, während ein anderer solcher Verwaltungsmann, umgekehrt, bei Gelegenheit einer Überschreitung von Millionen, an der er Etwas von der Verantwortung zu tragen hatte, weil er versichern geholfen hatte, dafs keine Überschreitung Statt finden werde, nun die Behauptung aufstellte, Bau-Anschläge wären eigentlich gar nichts, was einen Anhalt geben und wofür man irgend Verantwortung übernehmen könne; sie dienten nur etwa, um den Leuten so ungefähr etwas Sand in die Augen zu streuen.

Allerdings giebt es bei Eisenbahnbauten, wie bei andern Bauten, eine Menge von Gegenständen, bei denen es mathematisch gewifs ist, dafs sich ihre Kosten *nicht* mit der genauesten Sicherheit voraussehen lassen, aber dennoch ist es möglich sich bei denselben vor Überschreitungen zu hüten. Ich habe dieses in einer kürzlich gedruckten Abhandlung in diesem Journal Bd. 27. S. 227 ausführlich dargelegt und gezeigt, wie es sich durch Aufstellung von Anschlägen mit zwei verschiedenen Preiscolumnen, deren eine die im günstigsten Fall zu erlangenden *geringsten* Preise, die andere die im ungünstigsten Falle zu erwartenden *höheren* Preise enthält, und zwar auf die Weise erreichen läfst, dafs man nicht etwa aus dem Resultate der beiden Columnen das arithmetische Mittel nimmt, sondern dafs man auf das Resultat der Columne der höheren Preise bei der Bestimmung der herbeizuschaffenden Geldmittel und des zu erwartenden reinen Ertrages der Bahn rechnet, während man bei der Ausführung auf alle rechtliche Weise bemüht ist, die geringsten Preise der andern Columne zu erlangen.

Wenn ein solcher Anschlag von Architekten, die einen guten Anschlag zu machen im Stande sind, aufgestellt und von eben solchen Architekten revidirt wird, so müfste eine kaum denkbare Vereinigung von ungewöhnlichen Unfällen eintreten, wenn der Betrag der höheren Columne dennoch überschritten werden sollte, und der Staat, der den Anschlag durch seine oberste Baubehörde hat prüfen lassen, bringt in der That ein sehr geringes Opfer, wenn er für den Fall einer von der Eisenbahngesellschaft nicht verschuldeten Überschreitung des Anschlages eine Garantie des Actien-Ertrages von etwa *Drei*

Procent leistet; denn man wird doch immer auf viel höhere Procente bei der Ertrags-Ausmittelung gerechnet haben.

Die zwiefache Veranschlagung hat aufserdem noch den Nutzen, dafs sie klar vor Augen stellt, *in welchen Fällen* es thunlich und zweckmäfsig sei, Baulichkeiten in *Entreprise* zu geben, indem warlich Niemand eine Bau-Ausführung in Entreprise geben wird, deren Kosten so ungewifs sind, dafs sie im ungünstigsten Falle das Doppelte von Dem im günstigsten Falle kosten kann; aus dem einfachen Grunde, dafs kein solider Unternehmer jemals die Ausführung für weniger als den zu erwartenden *höchsten* Kostenbetrag übernehmen wird.

Aus allen diesen Gründen halte ich es für höchst wesentlich, dafs in dem Gesellschaftsstatute gesagt werde:

Die Erlaubnifs des Staats zum Beginn der Bau-Ausführung erfolgt erst nachdem durch einen Kosten-Anschlag mit zwei verschiedenen Preiscolumnen, deren eine die geringsten zu erwartenden Kosten und die andere die höheren, im ungünstigsten Falle zu befürchtenden Preise enthält, der zu der Eisenbahn erforderliche Aufwand dargethan und den zu erwartenden Vortheilen gegenüber verhältnifsmäfsig ermittelt ist. Dieser Anschlag wird vor Ertheilung der Genehmigung der Ausführung von der obersten Staats-Baubehörde geprüft, und es garantirt der Staat, falls der Betrag der höheren Anschlags-Columne ohne Verschulden der Gesellschaft überschritten werden mufs, den Actionnairen Drei Procent, als geringsten Ertrag ihrer Actien.

Die Vortheile einer solchen Bestimmung, die für den Staat ohne alle Gefahr und für die Actionnaire, so wie für das Zustandekommen des ganzen Unternehmens von gröfster Wichtigkeit ist, wird Jedermann einsehen. Vielleicht wird man sagen: zur Anfertigung solcher Anschläge gehörten so genaue Sachkenntnisse, neben so grofser Erfahrung, dafs man nicht leicht Architekten finden werde, die solche zu machen und zu revidiren im Stande wären. Ich gebe zu, dafs man solche Männer nicht so ganz leicht finden wird: aber sie werden sich finden, wenn die Verwaltungskünstler nicht allein walten, wenn die technische Wissenschaft in ihre Rechte eingesetzt sein wird und wenn bei der Bestellung der technischen Beamten nicht mehr etwa ihre politische Gesinnung, ihre geheimen und nicht geheimen gesellschaftlichen Verbindungen, ihre Unterthänigkeit gegen die Verwaltungskünstler u. s. w. u. s. w., sondern ihre wirklichen Verdienste in Betracht gezogen werden.

Man wird auch sagen können: die höhere Preiscolumne in den Anschlägen werde Ursache sein, dafs gar manche Eisenbahn nicht zu Stande komme, die ohne dieselbe zur Ausführung gekommen wäre und dem Staate grofsen Nutzen gebracht hätte. Das mag zuweilen wahr sein. Gewährt aber ein solches Unternehmen keinen *sichern* Nutzen, so soll man auch keine Privatgesellschaften dazu verleiten. Ist eine Eisenbahn aus allgemeinen *Staatsrücksichten* nöthig, so mag sie auch der Staat aus Staatsmitteln selber bauen.

Ein unrichtiges *Unternehmer-System* ist ferner oft die Ursache, nicht nur der schlechten Ausführung und somit eines künftigen kostspieligen Betriebes einer Eisenbahn, sondern auch von Verschwendungen, schon bei der Anlage. Ich habe schon erwähnt, wie unangemessen es sei, Bau-Ausführungen in Entreprise zu geben, deren Kosten hoch und niedrig sein können. Eben so unrecht ist es, Baulichkeiten an Unternehmer zu verdingen, die nur alsdann ihren Zweck vollkommen erreichen können, wenn sie mit gröfster Sorgfalt, die niemals ohne gröfsere Kosten möglich ist, ausgeführt werden. Es geschieht dieses, wo es geschieht, in der unrichtigen Voraussetzung, dafs es durch genaue technische Aufsicht möglich sei, allen eigennützigen Verringerungen der Arbeiten von Seiten der Unternehmer vorzubeugen.

Wo die obere Leitung eines Eisenbahn-Unternehmens in den Händen eines tüchtigen und rechtschaffenen technischen Sachverständigen ist, werden solche Fehler in der Ausführungsmethode nicht vorkommen; wenn aber der obere Führer ein Nicht-Sachverständiger ist, wird er, oder vielmehr die Casse der Gesellschaft, leicht das Opfer bequemer und eigennütziger technischer Unter-Officianten werden, die ihn glauben machen, dafs die Verdingung der Baulichkeiten an den Mindestfordernden allemal das Mittel sei, dieselben auf die wohlfeilste und geschwindeste Weise zur Ausführung zu bringen, während diese Methode sehr oft grade das gegentheilige Resultat, für den technischen Unter-Officianten aber allemal den Vortheil hat, dafs der mühseligste Theil der Besorgung der Ausführung ihm von dem Unternehmer abgenommen wird und er auch in den Augen des Publicums aufser aller Verantwortung hinsichtlich der Kostspieligkeit der Bau-Ausführung bleibt, da man gewöhnlich glaubt, dafs durch das öffentliche Ausgebot der Beweis geführt sei, die Arbeiten könnten nicht wohlfeiler ausgeführt werden, als der Unternehmer sie übernommen hat. Dies würde aber nicht einmal bewiesen sein, wenn selbst eine grofse Concurrenz sachverständiger Unternehmer vorhanden wäre, die sich nicht überall findet und bei deren Vorhandensein eine Menge anderer Gründe sie

von der Entreprise abhalten können; z. B. Mangel an Verlagscapitalien, ungünstige Bedingungen, hohe Cautionen, die man nicht scheuen würde, wenn man die Mittel hätte, sie zu machen, allzu grofser Umfang der Verdingungsloose u. s. w.

Es wird deshalb höchst nützlich sein, wenn die Statuten ferner folgende Vorschrift enthalten:

Nur kunstlose, keiner besondern Sorgfalt bedürfende Baulichkeiten sollen an den Mindestfordernden verdungen werden; und auch diese nur in dem Falle, wo ihre Veranschlagung in der höhern Preiscolumne nicht um mehr als zehn Procent die Veranschlagung in der niedrigen Columne übersteigt. Ganz kunstlose Arbeiten, z. B. Erd-Abtrag und Auftrag, Transporte aller Art, Steinbrechen, Lieferung von Materialien, deren Beschaffenheit sich bei der Lieferung genau erkennen und beurtheilen läfst, sollen immer an den Mindestfordernden, aber in der Art verdungen werden, dafs der Gewinn von angewendetem Fleifse dem Fleifsigen selbst, nicht aber einzelnen, nicht mitarbeitenden Unternehmern zufliefst.

Zu den Fehlern der Baumethode dürfte ferner ein übertriebener *Luxus* bei den zu einer Bahn gehörigen *Gebäuden* zu rechnen sein. Die öffentliche Meinung hält denselben leicht für eine *Haupt-Ursache* der Kostspieligkeit einer Eisenbahn-Anlage, mehr vielleicht als es wirklich der Fall ist; denn mit Einhundert Tausend Thalern *mehr* kann man schon viele und grofse Gebäude eleganter, schöner und prächtiger ausführen, und die Hunderttausend Thaler würden bei einer Bahn, welche zehn Millionen Thaler kostet, noch keine grofse Ersparung sein. Auch ist gewifs nicht dagegen zu eifern, wenn ein wohlhabender und mächtiger Staat bei den Eisenbahnen, die er baut, nicht blofs dem Bauhandwerk und der Bauwissenschaft, sondern auch der *Baukunst* Etwas zu thun giebt.

Aber die zwei Regeln dürften gut sein: dafs man nemlich bei Eisenbahnen, die aus Privatmitteln erbaut werden und deren finanziell günstiges Resultat für die Actionnaire nicht vollkommen gesichert ist, allen Luxus *überhaupt,* also auch den in Gebäuden vermeiden sollte; und dann, dafs man, wenn die Mittel Eleganz und Pracht gestatten, auch wirkliche Kunstwerke, nicht aber geistlose Verzierungen hervorzubringen streben möge.

Zu luxuriösen Gebäuden gehören auch *unnöthige* Gebäude; sie mögen prächtig oder höchst einfach sein. Auch sie sind *Luxus.* Wenn man erwägt, welchen Einflufs manche Eisenbahn, die aus Staatsmitteln nicht erbaut werden

kann, auf das Wohl und Wehe eines ganzen Landes haben kann, falls sie durch Privatmittel zu Stande kommt, so sind gewifs alle nur mögliche Ersparungen zu berücksichtigen, die eine solche Bahn hinreichend rentabel machen können. Ganz ohne Gebäude kann freilich keine Bahn sein, denn das Betriebsmaterial darf nicht dem Verderben ausgesetzt und das Publicum, wie die Officianten und Arbeiter, dürfen nicht der Witterung aller Jahreszeiten preisgegeben werden. Aber selbst mit Hütten und Schuppen von Borkenholz und Moos könnte man für die meisten Gebäudebedürfnisse *im Nothfalle* auskommen. Ein gutes Dach ist die Hauptsache, und beträchtliche Ausladung desselben spart Thüren, Thore und Fenster an den Remisen und Schuppen. Wird aufserdem einige Sorgfalt auf die Anordnung der ganzen Gebäudegruppe gewendet und die Einrichtung verständig und zweckmäfsig gemacht, so kann eine solche Gebäudegruppe, der man noch durch einige Pflanzungen von Bäumen und Gesträuchen zu Hülfe kommen mag, selbst recht gut aussehn und auch, wenn aufser für die Dächer auch für eine gute, wenn schon ökonomische Fundamentirung gesorgt wird, ziemlich lange dauern.

Gegen die allgemeine Anwendung des sogenannten *Rohbaues* mufs ich mich, insofern er eine Ersparung sein soll, erklären: aus dem einfachen Grunde, weil er keine Ersparung ist und leicht in Spielereien ausartet. Am übelsten aber scheinen mir Diejenigen berathen zu sein, welche eine Ersparung in schlechten, unförmlichen und übel construirten *Fachwerksgebäuden* suchen, und solche damit zu entschuldigen glauben, dafs sie dieselben *provisorische* Gebäude nennen, während sie fast mit gleichen Kosten einfache und solide Bauten hätten aufführen können. Ich glaube, dafs auch solchen Mifsgriffen durch eine statutarische Bestimmung vorgebeugt werden könne, in folgender Fassung:

„Die zu der Eisenbahn erforderlichen Gebäude sollen in einer zweck-„mäfsigen, den Mitteln der Gesellschaft entsprechenden Bauart aus-„geführt werden und es unterliegen die Projecte zu denselben der „Prüfung der obern Staatsbaubehörde, welche es sich zur Pflicht „machen wird, auf der einen Seite eben so wenig Dem, was eine „kluge und nothwendige Sparsamkeit erfordert, entgegen zu sein, „als auf der andern Seite, bei genügenden Geldmitteln der Gesell-„schaft, es zu hindern, dafs die Gebäude mit derjenigen, den Regeln „der höhern Baukunst entsprechenden Constructionsvollkommenheit, „Zweckmäfsigkeit und Zierlichkeit errichtet werden, welche ihnen „Anspruch geben, Kunstwerke zu sein."

Kaum scheint es nöthig, zu erwähnen, wie sehr die Rentabilität aller Eisenbahnen durch die enormen ***Betriebskosten*** derselben leidet. Dies ist so allgemein anerkannt und die Aufmerksamkeit ist überall auf Verbesserung dieses Puncts so sehr gerichtet, dafs fast jeder Tag eine neue Erfindung als Beitrag zur Verbesserung liefert.

Im Allgemeinen dürfte hier zu bemerken sein, dafs, während im Anfange die Fuhrwerke auf manchen Bahnen geschmackloser und unbequemer waren, als selbst die schlechtesten Omnibus, und eigentlich nur eine Art von Menageriekasten zu sein schienen, gegenwärtig wieder der Luxus darin zu weit gehe. Es ist gewifs sehr gut und nöthig, dafs die Fuhrwerke die Reisenden gegen die Witterung in allen Jahreszeiten vollkommen sichern und sie durch keine Unannehmlichkeit der Bewegung leiden lassen: aber in manchen der neuen Wagen kommt man sich fast wie eine in Baumwolle prächtig emballirte Waare vor, die von einem Ort zum andern versendet wird und unterweges von Land und Leuten, die sie berührt, nichts erfährt; während man wieder auf den so verrufenen offenen Stehwagen die Umgebungen wie ein Vogel in der Luft gleichsam fliegend überschaut. Zudem sind die Erschütterungen der Stehwagen, und besonders die Ausströmung kleiner glühender Kohlen aus dem Dampfwagen-Schornstein, keine geringe Unbequemlichkeit. Fänden diese Mängel nicht Statt, wie es denn bekanntlich gegen beide bereits Mittel giebt und wären ferner die Sitze der Wagen dritter Classe nur erträglich gepolstert: Niemand würde die Wagen erster und zweiter Classe benutzen, sobald ihre Benutzung auch nur ein Geringes mehr kostete. Bedenkt man ferner das ungeheure Gewicht der Wagen erster, zweiter und dritter Classe und die grofse Oberfläche, welche sie dem Widerstande der Luft darbieten, so ist man versucht zu glauben, dafs dem Eisenbahnfuhrwerk noch eine gänzliche Reform bevorstehe und dafs offene, mit einer anständigen, wenn auch nicht luxuriösen Bequemlichkeit zum Sitzen eingerichtete Wagen, für ungünstige Witterung mit beweglichen Verdecken, das zweckmäfsigste Eisenbahnfuhrwerk um so mehr seien, als man auf Eisenbahnen nicht vom Staube der Pferde und Räder zu leiden hat. In dem gemäfsigten Clima von Deutschland dürften sie selbst für den Winter practicabel sein; wenn schon die jetzigen geschlossenen Wagen für schwächlichere Personen nicht gänzlich fehlen dürften.

Die Vorschrift der Statuten:

„Es soll die den Passagierwagen der Eisenbahn zu gebende Ein-
„richtung und Ausstattung bei der Veranschlagung der Anschaffung

„des Betriebsmaterials genau dargestellt, und bezeichnet werden „und ebenfalls der Revision der obern Staatsbaubehörde unterliegen, „welche dahin wirken wird, dafs Sicherheit, Gesundheit und Bequem- „lichkeit der Reisenden durchaus berücksichtigt, ein übertriebener „Luxus im Betriebsmaterial aber vermieden werde.“

kann auch hier den Actionnairen einige Garantie gegen Verschwendung geben.

Dafs eine fehlerhafte Anlage einer Eisenbahn, mit allzu engen Curven und zu steilen Steigungen ebenfalls die Betriebskosten vermehre, ist eine so bekannte und den allgemeinen Regeln des Eisenbahnbaues untergeordnete Sache, dafs sie keiner specielleren Erwähnung bedarf.

Die gröfste Schwierigkeit für die finanzielle Sicherheit der Eisenbahn-Unternehmungen ist meines Dafürhaltens die Unsicherheit der vorherigen Schätzung ihres Ertrages. Ein sicheres Mittel gegen diese Unsicherheit wäre die wichtigste Erfindung im Eisenbahnwesen.

Man hat sich hier bisher gewöhnlich der Angaben des Personentransportes, der Passagierlisten der Posten in der Gegend und für den Waarentransport der Auskunft der Zollämter und Wegegeld-Erhebungen bedient; wobei man, so viel ich weifs, überall wenigstens das erfreuliche Resultat hatte, dafs die Erwartungen, die man von dem Ertrage hegte (wenigstens bei dem Passagierverkehr) stets *übertroffen* wurden. Bei dem Waarentransporte konnten aber die Berechnungen nach diesen Maafsgaben unmöglich zutreffen, weil es ungewifs blieb, welcher Theil desselben der Eisenbahn zufallen werde, indem namentlich Wassertransporte nicht eiliger Sendungen die Concurrenz mit den Eisenbahntransporten recht wohl aushalten können.

Ferner hatten die vorletzten Jahre, wie es schien, den Beweis geliefert, dafs der Ertrag der Eisenbahnen mit der Zeit nicht ab-, sondern zunehme; was denn wieder ein erfreulicher Anhaltspunct gewesen wäre: allein dagegen hat man wieder andere Erfahrungen gemacht, die alle Systeme der Ertragsberechnungen umwarfen.

Dazu gehörte zunächst die gegenseitige Einwirkung der Eisenbahnen *auf einander*. Dafs mehrere Eisenbahnen, nach denselben Orten hin, wie z. B. die Eisenbahnen auf dem linken und dem rechten Seine-Ufer von Paris nach Versailles sich gegenseitig Schaden thun würden, liefs sich ohne grofse Vorhersehungsgabe einsehen; weniger lassen sich entferntere Combinationen vorhersehen. Statt vieler andern möge folgendes Beispiel dienen. Hannover liegt von Cassel nördlich, Wien südöstlich, also fast in der entgegengesetzten Richtung

wie Hannover: demungeachtet reisete man noch vor einigen Jahren von Cassel nach Wien *über Hannover,* weil man an diesem Orte eine Eisenbahn erreichte, die von da ununterbrochen bis Wien führt. Als nun aber vor zwei Jahren die Thüringische Eisenbahn bis Eisenach fertig geworden war, zogen Manche auch den Weg von Cassel nach *Eisenach* vor, um nach Wien zu kommen, weil nun auch Eisenach mit Wien in einer Eisenbahnverbindung stand; und die Thüringische Eisenbahn wurde sehr frequent, weil Vieles aus dem Osten von Deutschland diesen Weg nach dem Westen und selbst nach dem Süden und Norden nahm. Die Frequenz nahm aber wieder ab, als Hannover bald nachher durch die Eisenbahn nach *Minden* mit der Cöln-Mindener Bahn und dadurch mit der Weser und dem Rhein, Belgien und Frankreich in Verbindung kam. Auch von Cassel reiset man nun wieder über Hannover nach Wien, weil jetzt von Cassel bis Carlshaven eine Eisenbahn, von Carlshaven bis Minden die Weser-Dampfschiffahrt und von Minden über Hannover die Eisenbahn nach Wien geht. Wäre die Bahn von Cassel nach Frankfurt am Main, welche jetzt gebaut wird, fertig, so würde man sie doch nicht leicht zu Reisen und Sendungen nach Wien benutzen, weil von Frankfurt keine continuirliche Eisenbahnverbindung mit Wien Statt findet; und wenn die Eisenbahn von Wien nach Triest fertig sein wird, wird man von Cassel aus nach *Italien* nicht über Frankfurt, sondern, gerade entgegengesetzt, von Frankfurt über Cassel und Hannover, also statt südlich, gerade den entgegengesetzten Weg nördlich nach Italien nehmen.

So sind eine Menge von Combinationen möglich, in denen oft sehr kleine Eisenbahnstrecken, welche neu entstehen, wunderliche Veränderungen hervorbringen können.

Was soll man aber erst von dem ungünstigen Einwirken der politischen Ereignisse und Bewegungen auf den Betriebs-Ertrag der Eisenbahnen sagen? wie soll man solche Einwirkungen vorhersehen oder gar zu Gelde berechnen?

Nur *eine* gute Lehre läfst sich aus allen Diesem schöpfen: nemlich die, dafs man bei dem Vergleich der Kosten mit dem Ertrage einer Eisenbahn nicht glauben müsse: zu hoffende, mäfsige landesübliche Zinsen machten die Anlage zur Privatspeculation geeignet.

Daher ist auch folgende statutarische Bestimmung zu wünschen:

„Die Staatsregierung verspricht, in der Richtung und nach den „Orten der bewilligten Bahn weder selbst Parallelbahnen anzulegen, „noch zu deren Anlage die Concession zu ertheilen; desgleichen bei

„andern Bahnconcessionen im Lande das Interesse der Actionnaire „der schon concessionirten Bahnen billig zu berücksichtigen; und „sollten in den Nachbarstaaten Eisenbahnen gebaut werden, welche „die durch dieses Statut bewilligte Bahn benachtheiligen, oder sollten „daselbst andere Einrichtungen gemacht werden, die sie beeinträch- „tigen, so verspricht die Regierung ihre kräftige Verwendung, um „den zu befürchtenden Nachtheilen zu begegnen. Sollten demunge- „achtet dergleichen ungünstige, von der Unternehmer-Gesellschaft un- „verschuldete und nicht vorauszusehende Combinationen dieselbe so „sehr schädigen, dafs die Actien nicht mehr 3 Procent Ertrag geben, „so garantirt der Staat diese drei Procent, indem er das daran „fehlende zuschiefst.“

Wenn nun auch durch diese hier angerathenen Maafsregeln den gewöhnlichsten Ursachen der Entwerthung der Eisenbahn-Actien bei neuen Anlagen vorgebeugt werden dürfte, so sind doch dadurch diejenigen Eisenbahnverwaltungen, welche schon die bezeichneten Fehler gemacht haben und dadurch in Mifscredit gekommen sind, nicht zu retten. Es fragt sich, ob und wie da noch zu helfen sei?

Der gewöhnlichste Fall der Finanznoth ist, dafs der Kosten-Anschlag nicht zugereicht hat, dafs man die Bahn deshalb nicht *fertig* bauen kann und dafs man nun fortlaufende grofse Ausgaben für die gewöhnlich bis zur Eröffnung des Betriebes geschehende Verzinsung des Actiencapitals, für die Besoldungen der Officianten u. s. w. machen mufs, ohne Einnahme dafür. Die gewöhnlichste Aushülfe dagegen sind *Prioritäts-Actien,* erster und sogar zweiter Serie! Ein Mittel dagegen wäre eine Anleihe zu billigen Zinsen, wobei man dann aber freilich die Bahn als Hypothek einsetzen, also, um solche nicht zu verlieren, die Capitalzinsen von dem Ertrage vorweg nehmen müfste, so dafs die Anleihe im Grunde wieder nur zu einer grofsen Prioritäts-Actie würde. Aber der Erfahrung nach ist hier doch eine wesentliche Verschiedenheit, welche darin besteht, dafs die Prioritäts-Actien den Börsenspeculationen unterliegen, fallen und steigen, und dafs hierauf der Nehmer einer Prioritäts-Actie rücksichtigt und deshalb einen gröfseren Ertrag von derselben begehrt, als er von einer sicheren Anleihe verlangen würde. Die Prioritäts-Actien werden daher nicht leicht angebracht, wenn sie nicht wenigstens fünf Procent eintragen; und dann werden sie auch bei der ersten Ausgabe selten zu Pari angenommen; vielmehr mufs die Gesellschaft oft so viel dabei verlieren, dafs

sie in der That sechs, sieben, ja acht Procent giebt: Man bedenke nun, dafs diese von dem reinen Ertrag abgehen. Wenn z. B. eine Eisenbahn zu Einer Million Thaler und dabei zu 5 p. c. Ertrag für die Actionnaire veranschlagt wäre, kostete aber $1\frac{1}{2}$ Millionen und es müfste nun die halbe Million Thaler durch Prioritäts-Actien mit einem Verluste von 7 p. c. herbeigeschafft werden: was bliebe dann für die Actionnaire übrig? Von dem zu 50 000 Thaler berechneten Ertrage gingen 35 000 Thaler für Prioritäts-Actien ab, und es blieben 15 000 Thaler für die Actionnaire, also statt der berechneten 5 nur $1\frac{1}{2}$ p. c.

Wie nun hier helfen? Das nächste und einfachste Mittel wäre in einer Anleihe zu billigen Zinsen zu suchen. Fände man in obigem Beispiele die 500 000 Thaler zu 4 p. c., so gingen von dem zu 50 000 Thaler berechneten Ertrage nur 20 000 Thaler ab, so dafs noch 30 000 Thaler, also doch 3 p. c. für die Actionnaire übrig wären; was schon einen bedeutenden Unterschied macht.

Was aber ist zu thun, wenn sich das Capital zu billigen Zinsen nicht findet? Ich setze voraus, dafs die Staatsregierung keine Eisenbahn gebilligt, oder hervorgerufen und concessionirt habe, die nicht dem Staate wirklich und wesentlich nützlich sei: sie ist verpflichtet, an diesem Grundsatz fest zu halten, aus den höchsten und allgemeinsten Pflichten, die man gewifs nie so weit vergessen wird, dafs es nöthig wäre, auch noch an die durch Eisenbahnen immer nöthigen Störungen des Eigenthnms, die Expropriationen, zu erinnern.

Wenn nun diese Rücksicht genommen ist, die concessionirte Eisenbahn also dem Staate wesentliche Vortheile bringt, so mufs auch der Staat Etwas für das Unternehmen thun; und er thut warlich nicht zu viel, wenn er dem Darleiher des Capitals wenigstens 4 p. c. Zinsen garantirt. Er verlange dafür das Recht, den Haushalt der Eisenbahngesellschaft zu beaufsichtigen, und er kann dann dieses Recht benutzen, um darin Verbesserungen von der Art, wie sie oben gedacht sind, für den noch auszuführenden Theil des Unternehmens zu veranlassen und sich dadurch selbst dafür zu sichern, dafs er die Garantie, welche er leistet, nicht zu seinem Schaden zu vollziehen habe. Der Gesellschaft aber wird dadurch zwiefach genützt werden, und dem Staate ebenfalls. Das einzige wahre und richtige Finanzsystem besteht darin, den Vortheil *aller* Betheiligten zu vereinigen. Es ist dann wohl in den meisten Fällen, wo die Gesellschaft nicht schon selbst ihren Credit muthwillig zu Grunde gerichtet hat, wahrscheinlich, dafs eine Anleihe, welche eine zwiefache Sicherheit, in den Mitteln des Staates und in denen der Eisenbahn hat, zu Stand zu bringen sein werde. Sollte dieselbe indefs nicht gelingen, so bleibt noch übrig, andere Vortheile

damit zu verbinden, die freilich auf Kosten der Actionnaire gehen, die ihnen aber immer noch weniger nachtheilig sind, als Prioritäts-Actien. Dahin gehört ein höherer Zinsfufs, eine successive Amortisation der Schuld unter günstigen Bedingungen u. s. w. Ich setze hierbei immer voraus, dafs die Anleihe im Ganzen, nicht im Einzelnen gegen Anleihescheine, die auf den Inhaber lauten, gemacht werde, damit sie ein für allemal nicht zu einem Gegenstande der Börsenspeculation werde. Hieraüf wäre folgende Bestimmung der Statuten zu gründen, welche lauten möge:

„Finanzoperationen, die den Werth der Gesellschafts-Actien be-„theiligen können, dürfen nicht gemacht werden ohne eine mit Ver-„kündigung der Tagesordnung zusammenberufene Generalversamm-„lung, in welcher wenigstens Dreiviertel der Anwesenden zu dem „Beschlufs ihre Zustimmung geben müssen. Finanzielle Maafsregeln, „deren Resultate den Börsenspeculationen unterliegen, sollen möglichst „vermieden werden."

Könnte man doch überhaupt das Eisenbahnwesen von der Börsenspeculation *ganz* frei machen! oder mit andern Worten: könnte man doch den Eisenbahn-Actienwucher *gänzlich* vertilgen!

Ich habe lange Zeit geglaubt, dafs das Steigen und Fallen der Eisenbahn-Actien auf Bestimmungen beruhe, die aus sorgfältiger Ergründung des zu erwartenden Ertrages durch gut unterrichtete Börsenmänner hervorgingen. Nachdem ich aber mit der gröfsten Evidenz und bei genauester Kenntnifs aller bezüglichen Verhältnisse gesehen habe, dafs Eisenbahn-Actien, welche fünf Procent über Pari standen, ohne irgend ein Ereignifs, welches auf den künftigen Ertrag der Bahn hätte Einflufs haben können von 105 auf 15, sage von Einhundertfünf auf Funfzehn fielen: seitdem ich ferner erlebt habe, dafs dieselben Actien, die nach Jahren durch früherhin unmöglich vorherzusehende Ereignisse alle Aussicht auf irgend einigen Ertrag verloren hatten, dennoch auf 33 p. c. blieben und selbst wieder bis auf 40 p. c. stiegen, bin ich überzeugt worden, dafs der Stand der Eisenbahn-Actien an den Börsen nicht von ihrem wirklichen reellen Werthe, sondern von Täuschungen der die Börsen dominirenden Speculantenvereinigungen abhangen, die es keinesweges nur darauf abgesehen haben, einen angemessenen Gewinn aus ihren Capitalien zu ziehen, sondern die vielmehr Alles, was ihnen Vortheil, wenn auch Andern den gröfsten Nachtheil bringt, für erlaubt halten. Ich gestehe, dafs ich nach solchen Erfahrungen Diejenigen, welche ihr Vermögen in Eisenbahn-Actien anlegen,

ohne zu jenen Vereinen zu gehören, für sich selbst Täuschende, Diejenigen aber, welche Mitglieder jener Vereine sind, für etwas viel Schlimmeres zu halten versucht worden bin. Irre ich nicht, so müfsten nach solchen Ergebnissen, nach vernünftiger Consequenz alle Actiengesellschaften aufhören; und das wäre ein Unglück, weil alsdann alle Privat-Unternehmungen gröfserer Eisenbahnen zu Ende wären.

Am meisten sind dem Wucher immer diejenigen Actien unterworfen gewesen, deren Bahnen noch nicht vollendet waren und deren Ertrag also noch nicht constatirt war. Insofern war die Vorschrift der Preufsischen Regierung, dafs Actien, deren Betrag noch nicht vollständig eingezahlt war, an den Preufsischen Börsen nicht notirt werden durften, weise und wohlgemeint; aber einestheils konnte leider die Maafsregel leicht umgangen werden, weil dergleichen Actien dennoch an anderen als Preufsischen Börsen notirt wurden, anderntheils trieb sie die Capitalisten dazu hin, das Geld in ausländischen Fonds anzulegen.

Dem Unheil der Börsenmachinationen zu steuern ist, nicht blofs im Sinne der Eisenbahnen, sondern im Sinne aller Wohlfarths-Interessen der Völker eine der wichtigsten Aufgaben geworden.

Eine Zeitlang schienen die Börsenspeculationen, besonders die Anlage von Capitalien in Staatspapieren, wobei am Ende alle Besitzenden mehr oder weniger interessirt waren, ein Glück für die Staaten zu sein, weil sie gegen Kriege sichern halfen, durch welche nothwendig diese Geldpapiere im Werthe fallen mufsten, so dafs die Besitzenden gegen jeden Krieg zu wirken bemüht sein mufsten; und zu den Besitzenden gehörten auch Die, von welchen mehr oder weniger Krieg und Frieden abhing.

Aber diese Geld-Anlagen in Staats-Papieren haben nicht gegen Revolutionen sichern können; denn diese gehen nicht sowohl von den Besitzenden, als von den Nichtbesitzenden aus. Sie haben die Revolutionen vielmehr hervorrufen geholfen, weil die Börsen die Verarmung des Mittelstandes herbeiführen halfen. Die reichsten Leute konnte man nicht wohl ausbeuten; diese mufsten vielmehr herangezogen werden, um über grofse Mittel zu den umfassendsten Speculationen disponiren zu können: man mufste sich also an den wohlhabenden Mittelstand wenden.

Es läfst sich hier freilich sagen, es sei eines Jeden eigene Schuld, wenn er an Papieren verloren habe, er hätte ja darin sein Geld nicht anlegen dürfen; aber dies ist ungefähr eben so, als wenn man sagen wollte, man

hätte sich zur Zeit des Faustrechts recht gut gegen die Raubritter sichern können, man hätte nur alles Besitzes, der geraubt werden konnte, sich entäufsern dürfen.

Doch dergleichen Betrachtungen führen hier über die technischen Erörterungen hinaus. Zu hoffen ist, dafs die Plünderungen durch den Papierwucher ebensowohl einmal aufhören werden, wie diejenigen des Faustrechts aufgehört haben. Der Himmel gebe aber, dafs sie nicht etwa erst wieder durch das Faustrecht, sondern durch gesetzliche Staats-Einrichtungen gehoben werden mögen.

Ich bin überzeugt, dafs die von mir vorgeschlagenen technischen Mittel gegen die Entwerthung der Eisenbahn-Actien auch zur Verminderung des Actienwuchers dienen können, da sie die Absicht haben, die Resultate der Eisenbahn-Unternehmungen den Actionnairen mehr zu sichern und mithin die *Willkür* bei der Bestimmung des Werths der Actien zu hemmen.

Cassel im Juli 1849.

6.

Über die Veränderungen der Erd-Oberfläche durch das Wasser.

(Von dem Herrn Ingenieur *Hefs* zu Göttingen.)

Die Geologie ist zwar in ihrem ganzen Umfange für den Ingenieur von grofser Wichtigkeit: insbesondere aber hat derjenige Theil, welcher die immer fortwährenden Veränderungen der Erd-Oberfläche durch das Wasser behandelt, für ihn das gröfste Interesse. Der Wasserbaumeister hat gegen diese Veränderungen zu kämpfen, und seine Aufgabe ist, dieselben zu seinen Zwecken zu benutzen; denn die Wasserbauwerke sind so umfangreich, dafs es oft unmöglich ist, sie blofs durch Menschen und Maschinenkraft herzustellen. Welche wichtige Rolle das Wasser bei der Bildung unserer Erde spielt, zeigt sich aus der Masse der geschichteten Fels-Arten, aus den Schutt- und Geröllmassen ungeheurer Ebenen und der Aushöhlung einzelner Thäler. Es ist nicht lange her, dafs man ihr die gänzliche Bildung der Erd-Oberfläche zuschrieb. Durch die Hebungen der Gebirge erhielt die Erde eine Form, welche nur durch die Starrheit der Theile, welche diese Unregelmäfsigkeiten bilden, bestehen kann: das Wasser arbeitet beständig daran, diese Erhöhungen zu erniedrigen und die Vertiefungen zu erhöhen, also eine glatte Fläche herzustellen; indessen vermindert sich die Kraft dieses Elements, je mehr die Höhen abnehmen. Die vulcanischen Kräfte arbeiten durch Hebung oder Senkung ganzer Erdstriche, oder einzelner Theile davon, den Wirkungen des Wassers entgegen.

Das Wasser ist in Beziehung auf die Veränderung, welche die Erd-Oberfläche durch dasselbe erleidet, unter zwei verschiedenen Formen zu betrachten; nämlich als *fester Körper* (Eis), und als *flüssig*.

Die erste Form hat in den jetzigen und hatte wahrscheinlich auch in den früheren Zeiten nur eine locale Bedeutung und kann in den meisten Fällen nur dann einen Einflufs auf die Erd-Oberfläche ausüben, wenn das Wasser in flüssiger Form hinzutritt. Die Gletschertheorie möchte jetzt wohl als beseitigt anzusehen sein; doch hat sie der Wissenschaft grofse Dienste geleistet, indem der Streit über dieselbe zu einer genaueren Kenntnifs der

Gletscher führte. Nach *Agassiz* bedingt die Schlüpfrigkeit der ganzen Masse, durch das eingedrungene Wasser erzeugt, die Fortbewegung eines Gletschers, welche sich nach der Mächtigkeit desselben und nach der Neigung des Bodens ändert und an den gleichen Stellen, je nach dem Sättigungszustande des Gletschers, verschieden ist. Durch die Bewegung einer viele Hundert Fufs mächtigen Eisschicht wird die Thalsohle geglättet; Steinbrocken, welche in die Schlünde fallen und so unter den Gletscher gelangen, werden zerrieben, und die härteren, in das Eis eingekeilten Steinfragmente ritzen Seiten und Boden des Thales und nutzen sich selbst ab. Vermittels des durch Haarröhrchen und offene Schlünde einfliefsenden Wassers wird der Steinschutt angenäfst, so dafs der Gletscher in einer Schlammschicht liegt; die feineren Theile werden durch das Wasser weggeführt und geben demselben eine milchweifse Farbe, welche sich jedoch auch nach der dem Gletscher als Sohle dienenden Gestein-Art ändert. Die von dem grofsen *Gebatscher* und *Oelzthaler* Ferner herabstürzende, verhältnifsmäfsig nicht grofse *Oelz* ist es hauptsächlich, welche dem schönblauen *Inn* die Farbe nimmt. Wie bedeutend diese den Bergen so entführte Masse sei, zeigt sich z. B. daraus, dafs die *Aar* an einem Sommertage nicht weniger als 284 000 Kilog. fester Theile in die Ebene hinabschwemmt. Die auf den Gletscher fallenden, von den Seitenrändern sich ablösenden Felsblöcke werden, wenn sie nicht in Schlünde stürzen, von dem Gletscher bis an den untern Rand fortgeführt, wo sie sich mit den unter dem Gletscher zerriebenen gröfseren Steinen mengen und einen Wall, die *Moräne,* bilden.

Zerstörend wirken in den Hoch-Alpen auch die *Luwinen,* welche, fast jedes Jahr dieselben Wege durchlaufend, die ihnen widerstehenden Felsen erschüttern und allmälig zerstören, so wie die losen Theile fortschleudern. Ist an steilen Ufern das Meer gefroren, so ereignet es sich häufig, dafs sich Blöcke lösen und, auf das Eis fallend, bei späterem Thauwetter mit in die hohe See getrieben werden. Die Findlinge der norddeutschen Ebenen haben diesen Ursprung.

Bedeutend wichtiger noch sind die Veränderungen, welche das Wasser in flüssiger Gestalt hervorbringt. Es liefsen sich hier die *zerstörenden* und die *bildenden* Wirkungen unterscheiden. Da aber beide immer in engster Beziehung zu einander stehen, so scheint es zweckmäfsiger, den Lauf des Wassers von dem an den Hochgebirgen lagernden Nebel bis zu den Tiefen des Oceans zu verfolgen und alle die Erscheinungen durchzugehen, welche sich auf diesem Wege zeigen.

Betrachtet man zuerst den Einflufs der Atmosphäre, so sind hauptsächlich diejenigen Theile der Gebirge, welche von Vegetation bedeckt sind, von denen zu unterscheiden, in welchen die Felsen ihre nackten Häupter emporstrecken. Bei den letzteren greift die Oxydation, je nach den Eigenschaften der Fels-Arten, mehr oder weniger stark um sich; der Regen löset einzelne Theile auf, führt andere gelockerte mechanisch weg und erweitert die Spalten. Das in den Höhlen und Klüften gefrierende Wasser wirkt keilartig, sprengt Splitter los und vergröfsert die Risse. Ist dann die Zerstörung hinreichend vorgeschritten, so stürzen ganze Felsmassen, deren Zusammenhang aufgelöset ist, in das Thal hinab. In den Hoch-Alpen, wo die kahlen Felsen meistens in Nebel gehüllt sind, ist diese Zerstörung sehr bedeutend. So findet sich zwischen dem *Oelzthal* und dem *Selrain* bei *Innspruck* ein Hochpafs, welcher ganz mit solchen Blöcken bedeckt ist; der Weg wird durch Steinhäufchen, welche zu grofsen Blöcken zusammengelagert sind, bezeichnet und die Ruhe dieser Wildnifs wird nur durch das Herabstürzen der Felsen, welches dem Rollen eines Wagens auf einem Pflaster gleicht, gestört. Wie stark die Zerstörung der umstehenden Felsen ist, läfst sich auch sehr häufig an Orten beobachten, wo härtere Gänge ein weicheres Gestein durchsetzen. Diese eigenthümlich hervorragenden Kämme haben schon oft Veranlassung zur Entdeckung der Erzgänge gegeben. Die Abrundung der Felsen durch die Atmosphäre sieht man unter andern ausgezeichnet in dem *Odenwald* bei *Bensheim*, auf dem sogenannten Felsenmeere; auch an verschiedenen Stellen des *Harzes* (auf der *Victorshöhe*, dem *Brocken* etc.). Durch das Abfliefsen des Wassers auf den kahlen Kalkfelsen entstehen tiefe Rinnen (Karren), welche jedoch nur ein geologisches Interesse haben. Sind die Felsen dagegen mit Vegetation bedeckt, so wirkt dies hauptsächlich erhaltend; jedoch auch zerstörend. Durch die Wurzeln der Flechten und ähnlicher Gewächse und durch mächtige Baumwurzeln wird der Zusammenhang der Felsen langsam gestört; durch das Ausscheiden von feinen Stoffen mittels der Wurzeln wird (nach *Bronn*) ebenfalls die Zerstörung befördert. Das Wasser der Atmosphäre wird durch den Humusboden und die Moos-Arten aufgesogen und nur langsam an die unterliegenden Gesteine abgegeben. Von einem Abschwemmen kann daher hier nicht die Rede sein. Die festeren Theile werden allmälig durch die beständige Feuchtigkeit gelockert und gehen theilweise in Humus über; es können sich daher äufserlich keine Veränderungen zeigen, so lange die schützende Decke der Vegetation besteht; wird dieselbe aber zerstört, so wühlen die Regengüsse

bald den zerfallenen Boden auf und schwemmen ihn hinab; so dafs oft nach einer Reihe von Jahren die Wieder-Anpflanzung mit vielen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Das Abholzen der Wälder hat auch noch einen andern bedeutenden Nachtheil. Der Wald, mit seiner Moos- und Laubdecke, ist wie schon bemerkt ein Wasserbehälter, welcher wie ein Schwamm das Wasser aufsaugt und es den unterliegenden Schichten allmälig zuführt. Ist nun diese Decke, welche mit den Wäldern verschwindet, nicht mehr vorhanden, so fliefst das Wasser, mit Ausnahme desjenigen, welches in die Klüfte fällt, aufserordentlich schnell ab und es entstehen Überschwemmungen, welche den regelmäfsigen Lauf der Flüsse gefährden. An manchen Orten dürfte es sehr zweckmäfsig sein, Privatwaldungen mit dem sogenannten Bann zu belegen; oder aber sie anzukaufen, damit an steilen Abhängen nicht abgeholzt werde; was sowohl den Boden verdirbt, als auch den Strömen *aufserordentlich* grofse Massen von Sinkstoffen zuführt.

Die Wolkenbrüche wirken, wie der Regen, in erhöhter Potenz. Es giebt in den Alpen Pässe (z. B. zwischen *Elbingenalp* im *Lechthal* und *Imst* im *Innthal*), welche durch Wolkenbrüche ganz verwandelt sind und jetzt ein grauenhaftes Bild darbieten.

Der wäfsrige Niederschlag der Atmosphäre, welcher weder verdunstet, noch zur Ernährung der Pflanzen dient, sickert in den Boden ein, bis er auf eine undurchdringliche Schicht, meistens Thon oder Mergel, stöfst und, auf dieser herabfliefsend, sich mit mehreren Wasserfäden vereinigt und dann als *Quelle* hervortritt. Es ist leicht zu sehen, dafs eine Quelle, unter fast gleichen Umständen, um so reiner sein wird, je kürzer der Weg ist, den die Flüssigkeit im Innern zurückgelegt hat. Gelangt das Wasser durch Spalten so tief in das Innere der Erde, dafs die Hitze des vulcanischen Heerdes auf dasselbe wirken kann, so tritt es als *heifse* Quelle wieder hervor und hat damit auch zugleich eine stark auflösende Kraft erlangt. Ähnlich verhält es sich mit den Quellen, welche Kohlensäure in bedeutender Menge enthalten. Auch sie haben diesen, sie zu Auflösungen vorzüglich befähigenden Stoff den Exhalationen des unterirdischen Heerdes zu danken.

Die Stoffe, welche das Wasser auf seinem unterirdischen Lauf entführt, sind sehr verschieden und man hat darnach die Quellen in verschiedene Abtheilungen gebracht. Hier genügt es, die Stoffe zu nennen, welchen durch das Wasser eine Wirkung auf die Erd-Oberfläche möglich gemacht wird. Man kann dazu hauptsächlich die Kohlensäure, das Kochsalz, das Eisenoxydul,

die schwefelsaure Talkerde, den kohlensauren Kalk, die Kieselerde, das salpetersaure Kali, den Schwefelwasserstoff und den Kupfervitriol rechnen. Alle diese Auswaschungen haben jedoch *selten* einen Einflufs auf die Erd-Oberfläche; denn die weggeführten Stoffe liegen häufig sehr tief, und meistens sind sie auch so mit andern Körpern verbunden und auf weite Räume vertheilt, dafs mehr eine Lockerung des Bodens, als eine förmliche Aushöhlung erfolgt. Bei höher liegenden Salzstöcken findet es sich jedoch, dafs Erdstürze entstehen, wenn die Stöcke ausgewaschen werden, wie es z. B. das *Erdmännle's* Loch bei *Husel* im Badischen Oberlande zeigt; doch kommen solche Erdstürze nur sehr vereinzelt vor. Grofsartiger kann die Erscheinung werden, wenn das durchsickernde Wasser geneigte Thonschichten erweicht, eine glatte Oberfläche herstellt und allmälig Thon- oder Schieferlagen wegführt. Der Art war der bekannte Bergschlüpf des *Rofsberges* 1806, welcher drei Dörfer verschüttete und jetzt einen hohen Hügel bildet.

Das aus der Erde als Quellen hervortretende Wasser ist hier nur insofern zu betrachten, als es verschiedene Bestandtheile aufgelöset hat und dieselben in Berührung mit der Luft bringt. Dahin gehören hauptsächlich die Quellen, welche doppelkohlensauren Kalk aufgelöset haben. Ein Theil der Kohlensäure entweicht beim Zutritt der Luft, und der schwer lösliche, einfach kohlensaure Kalk schlägt sich als Kalktuff nieder, und zwar besonders da, wo rauhe Oberflächen seine Bildung begünstigen. Es giebt solcher Quellen sehr viele. *Lyell* (Principles of Geology Vol. I. pag. 232) giebt unter andern einen Hügel im *Toscanischen* bei *San Vignone* an, welcher ganz mit Kalktuff oder Travertin bedeckt ist, und zwar an einigen Stellen bis 200 Fufs hoch. Die Ausdehnung dieser Ablagerungen würde noch gröfser sein, wenn sie nicht durch den Flufs *Orcia* begränzt wäre, welcher das noch mit Kalktheilen geschwängerte Wasser aufnimmt. Das Wasser der Bäder von *San Filippo* läfst man nach Beseitigung der gröbsten Theile von einer gewissen Höhe herabstürzen und zertheilt den Strahl durch Stäbe, so dafs die Luft in vielfache Berührung mit den Wassertheilchen tritt; dadurch werden die in der Nähe angebrachten Formen gleichmäfsig und fein von Travertin überzogen. Noch ist des Tropfsteins zu erwähnen, der die wunderlichsten Formen bildet. Je nach den Ritzen der Decke, der Menge des Zuflusses, der Höhe des freien Falles u. s. w. fällt er ganz verschieden aus; wie es z. B. die prächtige *Adelsberger* Grotte, so wie auch die *Harzer* und *Würtemberger* Höhlen zeigen. Unbedeutender sind die Ablagerungen des Kieselsinters und des Bohn-Erzes.

Durch das Zusammenfliefsen der Quellen entstehen die ***Bäche,*** welche, sich vereinigend, die ***Flüsse*** bilden. Bevor diese jedoch betrachtet werden, mufs die Erscheinung der ***Wildbäche*** berührt werden. Diese führen bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen nur ganz geringe Wassermassen fort, schwellen aber im Frühlinge und bei heftigen Regen bedeutend an und erlangen, vermöge ihres starken Gefälles und durch Felsen eingeengten Bettes, eine grofse Geschwindigkeit, so dafs sie Massen von Felsstücken und zertrümmerten Gesteins herabführen, welches beim Eintritt in das weitere Thal, wo sich sowohl das Bett erweitert, als auch das Gefälle bedeutend vermindert, sogleich niederfällt. Es entsteht dadurch eine Art von Delta, auf dessen Rücken der Bach fliefst. Im Sommer liegen diese Halden häufig ganz trocken. Sehr gut kann man die Wirkung solcher Bäche da beobachten, wo Kunststrafsen, um gegen Überschwemmungen gesichert zu sein, unmittelbar an die steilen Berg-Abhänge gelegt sind, so dafs die Bildung des Deltas auf der Strafse selbst vor sich geht. Man findet es so z. B. auf der Strafse zwischen ***Trient*** und ***Botzen,*** wo nach heftigen Regen bedeutende Ausbesserungen der Strafse nöthig sind.

Bei den ***Flüssen*** ist der obere, mittlere und untere Lauf zu unterscheiden. Der *obere* Lauf wird oft nur durch eine Gebirgsspalte gebildet und die Wirkungen des Wassers sind hier hauptsächlich zerstörend; der *mittlere* Lauf wird ebenfalls von Bergen eingeschlossen, die aber so weit zurücktreten, dafs sich der Flufs innerhalb gewisser Grenzen sein Bett bilden kann. Selten nur durchbricht er die Gebirge; die zerstörenden und bildenden Wirkungen halten sich hier das Gleichgewicht; oder aber die bildenden Wirkungen sind etwas vorherrschend. Im *untern* Laufe durchströmt der Flufs ganz flaches Gelände, welches er oft selbst bildete, und hat daher in dieser Gegend volle Freiheit, wenn er nicht durch Menschenhände beschränkt wird. Seine Wirkungen sind hier fast nur bildend.

Im *oberen* Laufe ist in der Regel das Gefälle des Flusses am stärksten; doch giebt es viele Ausnahmen, und man ist jetzt wohl gänzlich von der Idee, eine allgemein gültige Gefällscurve zu finden, abgekommen, da sich dieselbe bei jedem einzelnen Flusse nach den Terrainverhältnissen richtet. Das bedeutende Gefälle und der enge Einschlufs des Bettes bringen, besonders beim Hochwasser, eine grofse Geschwindigkeit hervor, welche die von den Giefsbächen zugeführten und von dem Flusse selbst losgerissenen Felsstücke am Boden des Bettes fortschiebt. Schon *Lyell* (Principles of Geology Vol. I. pag. 195) und *v. Hoff* (Veränderungen der Erd-Oberfläche Th. 3. p. 95)

haben darauf aufmerksam gemacht, dafs durch diese Fortschaffung der Flufs eine neue zerstörende Kraft erhält, indem durch die Reibung das Flufsbett angegriffen wird, auch die Stoffe selbst die scharfen Ecken und Kanten verlieren. Wenn die Geschiebe erst die runde Form angenommen haben, dürfte die Abnutzung nicht mehr sehr bedeutend sein; gewifs aber werden die gröfseren Geschiebe im *oberen* Laufe des Flusses nicht so abgerieben, dafs sie die kleineren Geschiebe des *mittleren* Laufes bilden könnten. Aus diesen soll nach manchen Geologen durch Abnutzung der Sand des *untern* Laufes entstehen. Es ist klar, dafs die im Allgemeinen nach dem Meere zu abnehmende Geschwindigkeit auch die gröfseren Geschiebe zuerst fallen lassen mufs und dafs zugleich die Stoffe der Ufer des Hauptflusses und der Nebenflüsse von grofser Bedeutung bei den Ablagerungen sind. Die Mündungen der Nebenflüsse, welche aus den Bergen mit ziemlicher Geschwindigkeit hervorkommen, sind auch durch gröfsere Gerölle bezeichnet und es wiederholt sich von dort aus abwärts dieselbe Erscheinung, welche der Hauptflufs im Grofsen darbietet.

Viele Flüsse ergiefsen sich, ehe sie die Hochgebirge verlassen, in *Landseen*. Bei dem Eintritt in dieselben fallen die schweren Geschiebe nieder und nur die feineren Thontheilchen werden über einen bedeutenden Theil des See's vertheilt; es bildet sich ein einfaches Delta. Aus der Art der Ablagerung geht von selbst hervor, dafs das Gefälle des Delta am obern Theile bedeutender sein mufs, als am untern, wo die feineren Theile niederfallen. So findet es sich beim Eintritt der *Aar* in den *Brienzer See*, wo das Delta sich 3500 bis 3800 Fufs weit in den See erstreckt und oben ein Gefälle von 30 Graden hat, während es unten ganz sanft in den horizontalen Boden übergeht. Der Nutzen dieser Becken ist deutlich, denn die gröfste Masse der Stoffe, welche auf diese Weise unschädlich gemacht werden, würden das Flufsbett und dadurch den Wasserspiegel des Flusses erhöhen; wie es z. B. beim *Po* so sehr der Fall ist, dafs er an den meisten Stellen viel höher liegt, als das angrenzende Gelände.

In engem Zusammenhange mit den Seen stehen die *Wasserfälle*. Wo der Flufs in seinem Lauf durch mächtige Querdämme gehemmt wird, mufs das Wasser steigen, und zwar, wenn die Verdunstung nicht dem Zuflusse gleich ist, bis zu derjenigen Höhe, dafs der Abflufs über den niedrigsten Punct dem Zuflusse entspricht. Das über die Schwelle stürzende Wasser höhlt sich dann eine Rinne aus, welche bis zu einem gewissen Punct mit desto gröfserer Macht angegriffen wird, je tiefer sie sich senkt, weil das aus dem See aus-

fliefsende Wasser mit einer bedeutenden Druckhöhe durchströmt. Der Punct der Schwelle, wo das Wasser herabstürzt, wird besonders stark angegriffen; aber noch stärker der Theil, welcher den ganzen Stofs des herabstürzenden Wassers und die heftige Bewegung nach dem Falle auszuhalten hat. Besteht dieser letztere, wie bei dem *Niagara*, aus weichem Gestein (Schiefer), und die Schwelle aus härterem Gestein (Kalkstein), so wird die untere Schicht viel stärker angegriffen als die obere, und die Folge davon ist, dafs die obere von Zeit zu Zeit einstürzt, sobald sie ihre Unterlage verloren hat. Auf diese Weise rücken die Fälle des *Niagara* zurück, und man fährt jetzt abwärts eine etwa $\frac{3}{4}$ deutsche Meilen lange Strecke, welche der Fall schon im Laufe der Zeit zurückgelegt hat. Am Fufse der Fälle sind noch die kuppelförmigen Aushöhlungen zu beachten, welche durch das Aufspritzen des Wassers an der Seite entstehen. Man sieht sie jetzt häufig; wie z. B. im *Bodekessel*, wo die Wasserfälle selbst verschwunden sind.

Hat der Flufs seinen *obern* Lauf zurückgelegt, so verändern sich die Ufer. Während er früher durch ein felsiges Bett eingeschränkt war, in welchem hauptsächlich nur das Hochwasser Veränderungen hervorbringen konnte, werden jetzt die Ufer und das Flufsbett gröfstentheils aus sandigen und thonigen, leicht zerstörbaren Stoffen gebildet, welche selbst durch das niedrige Wasser Veränderungen erleiden können. Wie das Wasser auf das Flufsbett wirkt, ist noch nicht ganz klar. Wahrscheinlich sind es die inneren, durch Unebenheiten des Bettes und durch andere Umstände hervorgebrachten Strömungen, welche in höherem Grade, als die mit dem Hauptstrom parallel gerichteten Wasserfäden, den Angriff machen. Die Wirkung derselben hangt dann von der jedesmaligen Kraft der Strömung ab, welche bei verschiedenen Wasserständen und durch Veränderungen im Flufsbette sehr verschieden ist: von dem Winkel, unter welchem die Strömung das Ufer trifft, der gleichfalls veränderlich ist, und von dem Zusammenhange der das Ufer und das Bett bildenden Stoffe. Da die Stärke dieser inneren Strömungen fast gleichzeitig mit der Geschwindigkeit des Wassers in dem Stromstrich ab- und zunimmt, so sind Beobachtungen hier sehr schwierig. (S. *Hagen's* Wasserbaukunst Th. 2. Band 1. S 359.)

Es geht aus dem Vorhergehenden schon hervor, dafs man die Geschwindigkeit der Hauptströmung nicht genau als das Maafs der Kraft ansehen darf, welche die Stoffe am Boden des Bettes und die leichteren Theile im Strome selbst fortbewegt. Man mufs auch die Geschwindigkeiten, welche zur

Fortbewegung der Geschiebe, des Kieses, Sandes etc. nöthig sind, mit gehöriger Vorsicht berücksichtigen. Die Fortschaffung dieser Stoffe geschieht auf verschiedene Weise. Die Gerölle werden auf dem Boden des Bettes fortgestofsen; und zwar müssen die gröfseren bedeutend früher liegen bleiben, weil das Gewicht näherungsweise in cubischem, die dem Wasser dargebotene Stofsfläche aber nur im quadratischem Verhältnifs steht. Die Sandtheile können nur in der stärksten Strömung schwimmend erhalten werden; sobald der Strom etwas abnimmt, fallen sie nieder und bilden dann bei regelmäfsiger Strömung die bekannten, sich langsam fortbewegenden, sogenannten ungarischen Spitzen, oben mit geringer, unten mit steiler Böschung; wie sie *Dubuat* so schön beschrieben hat. Die schwimmenden Thontheilchen fallen wegen ihrer geringen Gröfse erst in sehr ruhigem Wasser nieder; meistens erst im *unteren* Laufe des Flusses.

Die beständige, wenn auch langsame und oft unterbrochene Ablagerung der Flüsse mufs eine Erhöhung der Betten zur Folge haben; besonders wenn der *obere* Lauf nicht durch einen See vom *mittleren* Laufe getrennt ist und die Ufer künstlich oder natürlich so erhöht sind, dafs ein Überströmen und Ablagern der Sinkstoffe auf gröfsere Flächen nicht Statt finden kann. Es ist dies der grofse Nachtheil aller Deiche, dafs sie nur dann dem hinterliegenden Gelände Schutz gegen Überschwemmung gewähren, wenn sie die allmälige Erhöhung desselben verhindern, aus welcher mit der Zeit die nachtheiligsten Folgen entstehen. Kann dagegen das Hochwasser eine grofse Fläche überströmen, so bildet sich bald eine feste Grasnarbe, welche alle späteren Veränderungen verhindert und durch die Verzögerung der Geschwindigkeit eine Ablagerung von feinen Sinkstoffen hervorbringt, welche den Boden erhöht und fruchtbar macht. In der Nähe des Flusses werden diese Ablagerungen am bedeutendsten sein, weil dieser Theil anfänglich am längsten überschwemmt und das dort überströmende Wasser am wenigsten von dem Lagerungsstoffe befreit ist. Es bilden sich auf diese Weise oft natürliche Dämme.

Eine andere Ursache der Ablagerungen in dem Hauptstrome sind die Nebenflüsse, wenn das Hochwasser derselben nicht mit dem des Hauptstromes zusammenfällt. Es bildet sich dann beim Hochwasser des Hauptstromes in der Mündung des Nebenstromes eine ruhigere Bucht, in welcher sich die Sinkstoffe niederschlagen müssen, während beim Hochwasser der Nebenflüsse die Ablagerungen in dem Hauptstrom, und zwar abwärts gerichtet, erfolgen. Wird die Strömung des Flusses durch irgend eine Veranlassung gegen das

Ufer gerichtet, so versetzt es dieses in Abbruch, welcher je nach der Art seiner Bestandtheile verschieden erfolgt. Sand stellt ununterbrochen eine Böschung her, welche nach der Gröfse der Theilchen verschieden ist; in einem mit Thon vermischten Sandboden erfolgt das Nachstürzen nur von Zeit zu Zeit, wenn die Böschung zu steil geworden ist; der reine Thonboden hält sich oft vertical und stürzt erst dann ein, wenn er noch mehr unterwaschen, oder wenn durch das Sinken des Wassers der Gegendruck desselben aufgehoben wird. Dauern die Ursachen, welche den Strom gegen das Ufer treiben, fort, so wird dasselbe immer mehr ausgehöhlt; die Stromrinne und mit dieser die gröfste Geschwindigkeit verlegen sich an das innere Ufer; die Geschwindigkeit am gegenüberliegenden Ufer nimmt ab; es lagern sich dort Sinkstoffe und dieses Ufer tritt immer mehr vor, je weiter das angegriffene zurücktritt. So bilden sich *Serpentinen,* welchen oft nur dadurch eine Grenze gesetzt wird, dafs der Strom selbst die Landenge zwischen den beiden sich immer mehr nähernden Schenkeln durchbricht und sich so selbst rectificirt. Durch die Bildung vieler Serpentinen wird der Lauf des Flusses verlängert, also das Gefälle vermindert; mithin mufs auch das Wasser steigen und die Sinkstoffe müssen sich in stärkerem Maafse ablagern. Das Erstere ist nun in manchen Fällen erwünscht. Sind aber die umliegenden Gelände niedrig, so mufs man Durchstiche machen und sonstige Hindernisse wegräumen, um nur den Wasserspiegel wieder zu erniedrigen. Aufserdem geben die Krümmungen Anlafs zu Eisstopfungen, welche das Oberwasser oft zu einer so grofsen Höhe aufstauen, dafs der ganze Strom sich seitwärts einen Ausweg sucht, die Felder verheert und öfters die neue Richtung beibehält, während der alte Flufs-Arm noch eine lange Reihe von Jahren bleiben mufs, ehe die Ablagerungen die zur Cultur nöthige Höhe erreicht haben. Um Ufer-Abbrüche und zu starke Ablagerungen zu verhindern, ist es hauptsächlich nöthig, das Normalprofil des Stromes herzustellen. Strom-Engen und grofse Verbreiterungen, mit Inseln und Sandbänken, sind für den Wechsel der Ufer sehr günstig.

Die Erscheinungen im *untern* Laufe eines Flusses hangen hauptsächlich von der Bildung des Ausflusses ab. Ist hier durch eine ausgedehnte Sandbank oder durch sonstige Formationen des Ufers die heftige Einwirkung des Meeres auf die Mündung beschränkt, oder nimmt ein Binnenmeer, welches keine, oder nur eine geringe Ebbe und Fluth hat, den Flufs auf, so werden die Sinkstoffe bis in das ruhige Bassin geführt und lagern sich dort ab. Allmälig erreichen sie das Niveau des Meeres und zwingen dadurch den Flufs,

welcher sich auf dem niedrigen Gelände in viele Arme spaltet, die also ein Delta bilden, einen gröfseren Lauf mit demselben Gefälle zurückzulegen, weil das Meer auf derselben Höhe bleibt. Es wird dadurch natürlich im unteren Laufe der Flüsse die Geschwindigkeit verringert und es mufs ein Theil der Sinkstoffe, welche vorher in's Meer geführt wurden, schon im Flufsbette niederfallen und dasselbe erhöhen; wodurch dann wiederum eine etwas gröfsere Geschwindigkeit hergestellt wird. Gehen diese Ablagerungen über das Bassin hinaus, in das freie Meer, so können sie sich meistens nur in geringerem Maafsstabe fortsetzen, indem die Stoffe theils vom Meere weggeführt werden, theils die Tiefe so grofs wird, dafs lange Zeit nöthig ist, bis sich die Ablagerungen an der Oberfläche zeigen können. Wie bedeutend diese Bildungen werden können, zeigen die Flüsse aller Continente. Die *Etsch* hat seit 1000 Jahren ihren Lauf um 5 Deutsche Meilen verlängert; die ganze Nordwestküste des *Adriatischen* Meeres, von *Triest* bis zum *Po*, besteht aus einer Reihe sich vereinigender Delta's, welche fortwährend zunehmen, so dafs alle Seehäfen (z. B. *Adria*) jetzt über drei Deutsche Meilen vom Meere entfernt sind, und andere (z. B. *Venedig*) nur mit grofsen Kosten und nur durch Ableitung der Flüsse geschützt werden können. Der ganze nördliche Theil des *Adriatischen* Meeres, welcher diese Küste begrenzt, scheint allmälig ausgefüllt zu werden; denn in der Nähe von *Triest* ist dasselbe nur noch 130 Fufs tief und *Venedig* gegenüber nur noch 70 Fufs tief, während die südlichen Theile dieses Meeres bedeutend tiefer sind. Das Delta des *Nils* ist aus den ältesten Zeiten bekannt. Das Delta des *Ganges* ist durch seine ungeheure Ausdehnung berühmt, und der *Missisippi* bildet ein Delta, welches in neuerer Zeit, fast unglaublicherweise, um 1200 Fufs jährlich zunimmt; was wohl theilweise die Wirkung der Cultur im Innern sein mag.

Kann Ebbe und Fluth ungehindert in die Mündung eines Flusses eintreten, so zeigen sich die entgegengesetzten Erscheinungen.. Der Abflufs wird durch die eindringende Fluth gehemmt, und zwar um so mehr, je geringer die Breite des Flusses im Verhältnifs zur Mündung ist. Der Flufs stauet dann zu einer bedeutenden Höhe auf und die Ablagerungen erfolgen besonders vom Flufswasser, indem das Meer verhältnifsmäfsig wenig Sinkstoffe enthält. Beim Eintritt der Ebbe entsteht durch das vermehrte Gefälle und durch die grofse Wassermasse ein heftiger Strom, welcher die abgelagerten Sinkstoffe wieder wegführt und den Normalzustand herstellt. Die Sinkstoffe werden dann so weit in das freie Meer hinausgerissen, dafs nur ein kleiner Theil mit der nächsten Fluth zurückkehrt. Verändern sich mit der Zeit die Verhältnisse, unter welchen ein Delta abgelagert wird, so kann das Meer auch wieder in das Land einbrechen; wie es z. B. das Delta des *Rheins* zeigt, welches, vielleicht in eine tiefe Bucht, als Frankreich und England noch verbunden waren, abgelagert, jetzt immer mehr zerstört wird.

Die Wirkungen des Meeres an der Küste der Continente und Inseln hangen hauptsächlich von der Form derselben, von der Richtung der Meeresströmung und von dem herrschenden Winde ab. Sind die Küsten flach, so

zeigen sich selten zerstörende Wirkungen. Die Kraft der Wellen wird gebrochen, wenn sie eine schwach geneigte Ebene hinauflaufen, während bei einer steilen Küste die Wellen mit ihrer ganzen Kraft gegen die Felsen anprallen, dieselben unterhöhlen und den Einsturz gröfserer Strecken zu Wege bringen. Einzelne feste Felsmassen widerstehen längere Zeit; sind aber die nebenliegenden Theile zerstört, so mufs der Fels allein den ganzen Andrang der Wogen ertragen; er schützt aber das hinterliegende Ufer nicht lange; denn auch er wird immer mehr angegriffen, bis ein aufserordentlicher Sturm oder eine hohe Springfluth seinem Dasein ein Ende macht. Ein Ufer ist um so langsamer dem Einbruch ausgesetzt, je höher es ist; denn die herabgestürzten Massen müssen zerstört und weggeführt werden, ehe der Fufs des Ufers selbst unterwaschen wird. Für die Zerstörung ist es günstig, wenn die dem Meere nicht unmittelbar ausgesetzten Theile der Felsen fortwährend dem aufspritzenden Schaume ausgesetzt sind; was besonders bei auflösbaren Theilen eine grofse Wirkung hat. Der Verlust, welchen *England* auf diese Weise in den letzten Jahrhunderten erlitt, ist nicht unbedeutend. Viele Städte und Flecken sind gänzlich verschwunden, oder haben sich in das Land zurückgezogen.

Ein Theil der aus der Zerstörung entstandenen verkleinerten Stoffe bildet mit dem Sande der flachen Küste die sogenannten *Uferwälle*, indem die Wellen die schweren Gerölle am höchsten hinaufwerfen, während die feineren unten liegen bleiben. Die Böschung stellt sich allmälig so her, dafs die noch hinaufgeführten Stoffe sogleich wieder hinabrollen. Diese Wälle umgeben die sandigen Küsten und schneiden auch flache Meerbusen (Lagunen, Nehrungen) vom Meere ab; wodurch dann oft die Mündung eines Flusses verstopft wird. Permanent bleiben diese Wälle nur dann, wenn das Meer nicht zu stark auf dieselben eindringt und wenn der Boden zur Befestigung derselben geeignet ist. Ist dieses nicht der Fall, so zerreifst das eindringende Meer die Wälle und bildet einzelne Inseln, welche wiederum der Zerkleinerung ausgesetzt sind; wie es z. B. an der Nordwestküste von Deutschland geschieht.

Die Bildung der *Dünen* wird nur mittelbar durch das Wasser bedingt, indem dieses die feinen Sandtheilchen auswäscht und bei der Ebbe trocken legt, so dafs der Wind dieselben mit wegführen kann. Durch heftige Regengüsse wird das anliegende Gelände oft ganz mit Dünensand überschüttet und gänzlich unbrauchbar gemacht.

Die durch Temperaturverschiedenheiten, Winde und Verbreitung der Continente entstandenen Strömungen im Meere führen die feineren, theils dem Ufer, theils dem Flufswasser entnommenen Stoffe weg und verbreiten dieselben wegen der bedeutenden Tiefe des Meeres auf sehr grofse Entfernungen. Etwas Näheres läfst sich über diesen Gegenstand nicht sagen, da der Boden des Meeres noch zu unbekannt ist. Eben so werden auch die Treibhölzer und die oft mit Blöcken und Thieren beladenen Eisschollen Hunderte von Meilen weit fortgeführt.

Göttingen im September 1849.

7.

Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Schlufs der Abhandlung No. 2., 6. und 8. im 13ten, No. 1., 7., 8. und 12. im 14ten, No. 1., 9., 11. und 15. im 15ten, No 10. im 16ten, No. 3., 5. und 10. im 17ten, No. 4. im 18ten, No. 2. im 20ten, No. 9. im 22ten, No. 1., 9. und 13. im 25ten, No. 2. und 12. im 26ten, No. 3. und 10. im 27ten, No. 2. und 4. in diesem Bande.)

---

§. 192.

Überblick.

Die erste Wohnung der Menschen, wie der erste Tempel, war der natürlichen Beschaffenheit Hoch-Asiens gemäfs die *Höhle*. Neuere Forschungen, die dem Verfasser erst seit der erste Band der gegenwärtigen Schrift erschien, bekannt geworden sind, haben das früher den *Vedas* zugestandene hohe Alter, mithin auch das der meisten bekannten Höhlentempel in Indien zweifelhaft gemacht; indessen ist dadurch nicht bewiesen, dafs die noch unentdeckten Höhlen in Hoch-Asien nicht das höchste Alter haben sollten. Die Vermuthung, dafs die reichen Höhlentempel im südlichen Indien nicht zu den ältesten Gebäuden gehören, ist schon im ersten Bande ausgesprochen.

Der *Höhlenbau* bedarf der *Statik* noch nicht; aber der dem Menschen angeborne *Schönheitssinn* mufste schon früh sich geltend machen. Man übte also die *Baukunst* früher, als die *Bauwissenschaft;* das heifst, früher eine allgemeine *Formenkunst*, als die eigentliche *Baukunst*. Dieses eigenthümliche, aber im Grunde ganz naturgemäfse Verhältnifs, welches beiläufig gesagt auch bei jedem andern Anfange der Baukunst Statt gefunden haben dürfte, mufste noch eine geraume Zeit, als man schon über der Erde bauete, nachwirken. Man hatte sich so an eine ganz willkürliche Verzierungs-Art gewöhnt und konnte sich davon nicht sobald losmachen. Daher der übertriebene Reichthum an Ornamenten und Sculpturen bei den Indern. Bei alledem blickt hier durch alles Formengewirr schon eine geistige Grundidee siegend hindurch: nemlich die des *Emporstrebens der heiligen Gebäude*. Wir dürfen aus den über die ältesten Länder hin vielfach zerstreuten pyramidalen und thurmartigen

Ruinen schliefsen, dafs jene, die kindliche Ahnung des Höhern und Göttlichen im Menschen so einfach aussprechende Idee schon im gemeinschaftlichen Stammlande, wenn auch nur im *Keime* da war. Sie bezeichnet die früheste Richtung der Baukunst, so lange dieselbe unabhängig von der Bauwissenschaft blieb, während die letztere zu dem, mehr dem Bedürfnifs entsprechenden und leichter auszuführenden *Hallenbau* hinleitete.

Dafs die *Kunst* vor der *Wissenschaft* sich geltend machte, zeigt sich, aus einem höhern Gesichtspunct betrachtet, als nothwendig; nemlich damit sie Kraft gewinnen konnte, vom Bedürfnifsbau nicht erdrückt zu werden. Eben so nothwendig zur Entstehung einer eigentlichen *Baukunst* war es nun aber, dafs demnächst auch die *Bauwissenschaft* Einflufs gewann und dafs man den Formen eine statische Bedeutung gab. Natürlich wurde dadurch die Kunst wieder um etwas zurückgedrängt; bis eine gegenseitige Ausgleichung und ein gemeinschaftliches Streben zum Ziele möglich war; es entstand gewissermaafsen ein Kampf zwischen Baukunst und Bauwissenschaft, in welchem wir einen Abglanz jenes allgemeinen Kampfes zwischen dem Geistigen und Sinnlichen erkennen.

Übergehen wir diejenigen alten Völker, welche zu wenige Reste von Bauwerken hinterlassen haben und ohne wesentlichen Einflufs auf den Entwicklungsgang der Baukunst geblieben zu sein scheinen: so sind zunächst die *Ägypter* zu beachten. Mögen dieselben von den Indern abstammen, oder nicht (die für Letzteres neuerdings aufgestellten Gründe dürften bei weitem nicht erschöpfend und unwiderleglich sein), so ist es doch gewifs, dafs ihre *Volksreligion* in einen schnöden Thierdienst ausgeartet war. Der Glaube an ein künftiges Dasein bestand darin, dafs sie die Fortdauer der Seele an die Erhaltung der mumisirten Leiche knüpften, und trotz der Weisheit der Priester, vielleicht auch ihrer practischen Lebensklugheit, war das Volk geistig verdüstert. Es konnte nicht fehlen, dafs dieser finstre Geist des Volks und seiner Religion in den Bauwerken und namentlich in den Tempeln sich aussprach. Der Character des *Tief-Geheimen* und eines *strengen, düstern Ernstes*, welchen die Tempel mit den langen Sphinxen-Alléen, den hinter den breiten und einförmigen Pylonen versteckten Vorhöfen, den vielsäuligen Räumen und den dunkeln und engen, von mehrfachen labyrinthischen Gängen umgebenen Heiligthümern aussprechen, wird noch durch das fast *plumpe Gewicht* und durch die gänzliche *Einförmigkeit* des Einzelnen verstärkt und näher bestimmt. Nur die Säulen haben einige, wiewohl geringe Mannigfaltigkeit, welche an die

willkürliche Gestaltung der Höhlenstützen erinnert und wahrscheinlich aus dieser entsprungen ist; sonst wiederholen sich, im Kleinen wie im Grofsen, dieselben Formen bis zum Überdrufs, und häufig in einander geschoben, so dafs daraus ein förmliches Einschachtelungssystem entstand. Die gewaltigen Massen dehnen sich *neben* einander unermefslich hin aus, aber es fehlt ihnen an *Höhe*, und also an jedem Emporstreben; es zeigt sich vielmehr in Folge der Böschung der Mauern, der schweren Hohlkehlengesimse u. s. w. ein gewisses *Niederdrücken*, so weit es in der immer von selbst aufstrebenden Architektur möglich ist. Bei aller colossalen Gröfse geht hier die *Erhabenheit*, die sich sonst so gern mit der Gröfse verbindet, grofsentheils, das Element des Unendlichen aber ganz verloren. Eben so fehlt die *Grazie;* überall ist *die Masse vorherrschend vor der Form;* und diese ist steif und dürftig. Die Bildwerke und Hieroglyphen verstärken noch den Character des Geheimnifsvollen, vermögen aber in ihrer ganz unbedeutenden Erhebung (öfters Versenkung) und wegen der eigenthümlichen Anordnung nicht, die Architekturformen zu beleben. Nur die lebhaften *Farben* mögen die Starrheit bedeutend gemäfsigt haben; auf sie ist aber kein sonderliches Gewicht zu legen, weil der Gebrauch der Farben im Alterthum allgemein war, mithin nicht aus dem Character des einzelnen Volks hervorging.

Fast noch deutlicher als die Tempel, sprechen die Pyramiden die Sinnes-Art ihrer Erbauer aus. Immer bedeutend breiter als hoch, erheben sie sich gewaltig, ungeheuer und dennoch nicht *nach oben*, sondern weisen nur mit ihrer schweren Masse tief in die Erde hinein. Mit furchtbarer Deutlichkeit verkünden diese riesigen steinernen Todtenhügel, die fast nur Masse ohne Form sind, die Vernichtung durch den Tod, ohne auf eine Auferstehung zu deuten; für ewig scheinen sie mit dem Körper zugleich die Seele festhalten zu wollen.

Von einer andern Seite zeigt sich die Baukunst der Ägypter auch in einem erfreulicheren Lichte, indem *sie zuerst* den Formen eine *statische* Bedeutung gab und dadurch eine *eigentliche Baukunst* schuf; freilich im Vergleich zu den Griechen noch sehr unvollkommen. Zwar war, aus einem höhern Gesichtspuncte betrachtet, die niederdrückende, formenarme Baukunst der Ägypter im Vergleich zu der erhabenen Idee, welche die emporstrebende Form der Tempel Indiens und andrer Urvölker (abgesehen von den Indern, erinnern wir hier an den Babylonischen Thurm) dunkel ausspricht, ein Rückschritt, aber ein *nothwendiger* Rückschritt für den Entwicklungsgang der Baukunst.

Während die ältern Bewohner Griechenlands, die *Pelasger*, die alte Cultur und Baukunst fortpflanzten, schufen die Hellenen, gleichviel ob sie anfänglich die im Lande vorgefundene Bauart angenommen haben mochten, oder nicht, eine eigenthümliche Kunst, die sich der ältern und namentlich der ägyptischen, auf die Weise *entgegenstellte*, wie der heitre Tag der düstern Nacht, und wie diese harmlosen Kinder der Natur selbst den unter dem Druck der Fürsten- und Priester-Tyrannei entnervten Völkern Asiens. Die *Schönheit* war den Griechen das vorherrschende, wenn auch nicht das *einzige* Ziel ihres geistigen Strebens; aber eben deswegen war diese Schönheit nur *sinnlicher* Art.

Heitre Ruhe, dem glücklichen, kindlichen Gleichgewichte aller Seelenkräfte entsprungen, war ein Hauptzug im Volkscharacter der Griechen. Deshalb mufste *das Gleichgewicht* zum Grundprinzip ihrer Baukunst werden; und zwar nicht jenes Gleichgewicht, welches der statische Zweck jedes Bauwerks ist und durch ein mannigfaltiges Gegeneinanderstreben der einzelnen Kräfte erreicht und dargestellt werden kann, sondern ein Gleichgewicht, welches selbst jeden Schein des Strebens nach Erreichung des statischen Gleichgewichts aufhebt und welches sich zugleich auch auf das Verhältnifs der Form zur Masse ausdehnt. Daher mufsten die Griechen die unmittelbare lothrechte Unterstützung einer wagerechten Belastung zur Grundconstruction nehmen, und Säulen und Gebälke mufsten die Hauptbestandtheile ihrer Architektur werden; zumal weil die offnen Säulenhallen die öffentliche Lebensweise und das heitre südliche Clima so trefflich characterisirten. So verbanden sich denn die einzelnen Theile zu einem harmonischen Ganzen, an welchem nichts fehlt und nichts überflüssig ist: nicht allein das Ganze, sondern jeder einzelne Stein ist im *Gleichgewicht.* Alle Verhältnisse haben den feinsten und sichersten Tact und jedes, auch das kleinste Detail ist von der saubersten Eleganz.

Dadurch, dafs das Grundprincip der griechischen Baukunst mit der allgemeinen statischen Bedingung des Gleichgewichts zusammenfiel, wurde (worauf es für den Entwicklungsgang eben ankam) die fernere Ausbildung der Kunst ganz auf ihr eigenthümliches Gebiet hinübergeleitet; und zugleich lag das hier gesteckte Ziel ganz im Bereiche der sinnlichen Schönheit. Es war also natürlich und dem Grundprincipe der griechischen Baukunst, so wie dem Wesen der Schönheit, welchem sie nachstrebte, ganz angemessen, dafs die Griechen die *Darstellung der statischen Formenbedeutung* zur Haupt-Aufgabe machten. Es ist kein Wunder, dafs sie ihr Ziel so vollkommen erreichten, da sie,

nach geschehener Feststellung der Hauptgestaltung, *Jahrhunderte* auf die Verfeinerung und weitere Ausbildung derselben wandten. Jeder Stein und jedes Glied hat eine Form, welche den jedesmaligen statischen Zweck nicht allein am *deutlichsten*, sondern auch am *schönsten* ausspricht. Die Baukunst der Griechen ist *ihrem* besondern Ziele *am nächsten* gekommen; sie hat *relativ* den höchsten Werth; allein es fehlt ihr die *geistige* Schönheit: ein Mangel, der damals nicht empfunden werden *konnte* und der für spätere Zeiten alle ihre Vorzüge aufwiegt. Sie war im allgemeinen Entwicklungsgange *nothwendig*, aber eben so nothwendig war ihr Untergang.

Nun traten die welterobernden *Römer* auf. Sie nahmen die von den *Pelasgern* abstammende, also auf das graueste Alterthum zurückweisende *hetrurische* Bauart an und bildeten so den *Rundbogenstyl* aus. Später lernten sie die damals schon ausgeartete griechische Kunst kennen. Mit grofser Vorliebe für die Pracht, aber ohne wahren Kunstsinn, trugen sie kein Bedenken, die griechische mit ihrer eignen Bauart zu verbinden und dadurch einen aus widerstrebenden Elementen gemischten, also vom Anfange an entzweiten Baustyl zu schaffen: denn das in dem Bogen liegende *Streben* vertrug sich auf keine Weise mit dem Grundprincip der *Ruhe* im griechischen Styl. Es entstand ein Kampf, der mit dem Untergange des Säulensystems endete. Dasselbe wurde in wörtlichem Sinne auseinandergerissen; der Bogen wurde zuletzt unmittelbar auf die Säule gesetzt und das Gebälk, als müfsige Zierde, oben darauf gelegt. Wollte man einwenden, dafs es sehr wohl angehe, an einem und demselben Gebäude die breiten Öffnungen zu überwölben, die engern dagegen mit geradem Sturze zu bedecken, so ist dies zwar ganz richtig: es ist aber etwas Anderes mit einzelnen Öffnungen und mit dem dem Grundprincipe des Styls entsprungenem System von Säulen und Gebälken. So characterisirt sich die römische Architektur als der *unbewufst gekämpfte Streit des Bogenstyls gegen den Säulenstyl.*

Das nun auftretende *Christenthum* änderte völlig den Gesichtspunct, aus welchem man das Wahre, Gute und Schöne bis dahin betrachtet hatte. Die Fesseln der sinnlichen Beschränktheit wurden gesprengt, und auch die Kunst mufste sich ein höheres Ideal suchen und die *geistige* Schönheit zum Ziele sich setzen.

In diesem Sinne ist der Untergang der griechischen Kunst nicht zu bedauern, so sehr man auch wünschen möchte, dafs sie ihrer anderweiten, unübertrefflichen Vorzüge wegen festgehalten worden wäre. Die geistige

Schönheit verlangt in der Architektur den Ausdruck eines kräftigen, lebendigen Strebens; und eines solchen war der griechische Styl nicht fähig. Zugleich zeigt sich jener bei den Römern geführte Kampf, nebst dem, wenn auch noch unvollkommnem Siege des Bogenstyls über den Säulenstyl, für den Gesammtentwicklungsgang der Baukunst als durchaus nothwendig. Alle christlichen Völker des frühern Mittel-Alters geben das Bestreben zu erkennen, die Idee des Christenthums in ihren Bauwerken und namentlich in ihren Kirchen auszusprechen: in den ersten Jahrhunderten schwach, später immer stärker. So lange indefs der Volksgeist noch unter dem Drucke der weltlichen und geistlichen Zwingherrschaft schmachtete und so lange noch immer von Rom allein die Civilisation ausging, von jenem Rom, welches, blofs in verschiedenen Formen, noch immer die alte Weltherrschaft festhielt, konnte der ächt *christliche* Geist sich nicht rein entwickeln und, gefesselt an die ärmlichen Reste der römischen Baukunst, zu deren Benutzung er gezwungen war, konnte er sich in der Baukunst nicht rein aussprechen. Hatte man auch nachgrade die Gewölbe zu einem consequenten Bogenstyl ausgebildet, die scharfen Ecken in mannigfacher Gliederung gebrochen, den Kirchen hohe und zahlreiche Thürme in organischer Verbindung hinzugefügt, die antike Säule gröfstentheils mit dem gegliederten Pfeiler vertauscht und zuletzt statt des Rundbogens den Spitzbogen eingeführt, so dafs die Kirchen des zwölften Jahrhunderts, besonders in Deutschland, den früheren römischen Basiliken kaum noch entfernt ähnlich waren, und war gleich endlich in manchen Bauwerken schon der spätere germanische Geist zu ahnden: so fehlte doch immer noch das Wesentliche eines Kunstwerks: die harmonische Verschmelzung des innern Geistes mit der äufsern Form, und man mufste endlich fühlen, dafs es nicht möglich sei, die Aufgabe mit der bisherigen, ihren fremdartigen Ursprung nie ganz verläugnenden Bauformen zu lösen. In der ganzen Periode der verschiedenen romanischen Baustyle zeigt sich ein fortwährendes Schwanken nach verschiedenartigen Richtungen, vorzugsweise jedoch nach dem germanischen Baustyl hin; ohne dafs eine feste Basis gewonnen worden wäre. Es zeigt sich in dieser ganzen Periode der immer *entscheidender fortgesetzte und zuletzt siegreich beendete Kampf gegen den griechischen Säulenstyl*, oder richtiger, *gegen den Geist der Antike überhaupt.*

So war denn die Erfindung eines neuen christlichen Baustyls längst vorbereitet und es bedurfte nur eines kräftigen äufsern Anstofses, um zu ihm zu gelangen. Diesen Anstofs gab die nähere und allgemeinere Bekanntschaft

mit der *arabischen* Kunst, welche mit ihren reichen geistigen Blüthen, ihren wunderbar wechselnden Formen, jedoch ohne constructionelle Bedeutung, der *Baukunst* wiederum ein Übergewicht über die *Bauwissenschaft* gab und die daher, obgleich selbst ohne bleibende Geltung, vorzugsweise geeignet war, die Phantasie der Abendländer zu wecken und sie zur lebendigen Thatkraft, zur lange vorbereiteten und deshalb plötzlichen Erfindung des ächt christlichen Baustyls zu begeistern: eines Baustyls, welcher die Aufgabe, das Übergewicht des geistigen Princips über das sinnliche, die sehnsuchtsvolle Erhebung der Seele zu Gott, durch ein *Vorherrschen der Form vor der Masse,* durch ein *kräftiges harmonisches Emporstreben aller Massen und Formen* bei dem Bau der Kirchen architektonisch auszusprechen, so vollkommen lösete, dafs ein zweites, gleich gelungenes Beispiel im ganzen Bereiche der Kunst schwerlich zu finden sein dürfte.

Die Bekanntschaft mit der arabischen Baukunst allein hätte jedoch schwerlich eine so durchgreifende Wirkung hervorbringen können, wenn sie nicht mit dem allgemeinen lebendigen Streben nach einer reineren Auffassung der Idee des Christenthums und mit der Abschüttelung des Jochs der Hierarchie zusammengefallen wäre. Aber auch dieses Streben entsprang aus dem Kampfe und der Bekanntschaft mit dem *Islam;* und unstreitig sind die religiösen und künstlerischen Bestrebungen Äufserungen desselben Geistes. Allein, wie bei jeder allgemeinen und thatkräftigen Bewegung, wird zunächst das *Gemüth* ergriffen, und so mufste die an sich schon rasch wirkende und hier ungemein aufgeregte, an sich unschuldig scheinende Gefühlsthätigkeit das Ziel um Jahrhunderte früher erreichen, als das mit Hindernissen und Schwierigkeiten aller Art kämpfende Streben im wirklichen Leben. Die Folge war, dafs der germanische Baustyl, von Anfang an verkannt, in der Ausbildung übereilt wurde und durch den übergrofsen Reichthum schon bei seiner Anwendung zu katholischen Kirchen verdorben war, als endlich die Reformation ins Leben trat. Eine weitere, noch tiefer eingreifende Folge von dem Übergewicht der Gefühlsthätigkeit war in natürlicher Rückwirkung das spätere, durch äufsere Umstände begünstigte Übergewicht der *Verstandesthätigkeit,* durch welche alle *Kunst* zurückgedrängt wurde.

Unter diesen Umständen ist die Wieder-Erweckung der *römischen* Baukunst in Italien im funfzehnten und die allgemeine Verbreitung derselben im sechzehnten Jahrhundert nicht befremdend. Italien hatte den germanischen Baustyl nie begriffen und ihn fortwährend mit römischen Reminiscensen ge-

mischt; Bildhauerkunst und Malerei fingen an, aus dem Studium der Antike die glänzendsten Erfolge zu erzielen; immer hatte man im stolzen Eigendünkel die Herrlichkeit und Pracht der alten weltherrschenden Roma noch in der Erinnrung, und besonders mufste man gegenwärtig ein Mittel darin sehen, die wankende Macht zu stützen und die verlorene Alleinherrschaft wieder zu erringen. Die bekannten Bemühungen der *Jesuiten* um die Verbreitung des Renaissancestyls geben diese Absicht klar zu erkennen. Andrerseits machte die Gleichgültigkeit gegen die Kunst, dafs man willig Alles annahm, was den nur für ein Erzeugnifs des Katholicismus gehaltenen germanischen Baustyl verdrängen konnte. Die Folgen des Mifsgriffs, den römischen Baustyl in die christliche Welt einzuführen, konnte nicht ausbleiben. Mochte auch der Sinn für das Höhere allgemach noch so sehr unterdrückt werden: er konnte nicht ganz verschwinden und mufste zuletzt sich Eingang verschaffen, wenn auch freilich so unvollkommen, wie er selbst war. So entstand der *Rococostyl,* und es erfolgte durch ihn der gänzliche Untergang der Baukunst.

Von allen hier genannten Völkern haben nur die *Ägypter,* die *Griechen* und die *christlichen Völker,* vom dreizehnten bis zum funfzehnten Jahrhundert, einen ausgebildeten eigenthümlichen Baustyl gehabt; d. h. einen Styl von architektonischer Bedeutung und in welchem sich ein entschiedenes Grundprincip nachweisen läfst. Stellen wir dieselben vergleichend zusammen, so ergeben sich folgende drei verschiedene Grundprincipe:

1) Im ägyptischen Styl das *Niederdrücken und das Vorherrschen der Masse vor der Form;*
2) Im griechischen Styl das *Gleichgewicht, sowohl das statische als das Gleichgewicht in den Verhältnissen der Form zur Masse;*
3) Im christlichen Styl das *Emporstreben und das Vorherrschen der Form vor der Masse* (des Geistigen vor dem Sinnlichen).

Es ist klar, dafs eine weitere Ausbildung der Grund-Eigenschaften des *ägyptischen* Styls die Gebäude zuletzt zu unförmlichen Schutthaufen gemacht haben würde und dafs das Gleichgewicht der *griechischen* Kunst nothwendig zuletzt zum Stillstande führen mufste, das Emporstreben dagegen und das Vorherrschen der Form vor der Masse in der germanischen Kunst an sich keine Grenzen kennt. Die *griechische,* wie die *ägyptische* Kunst, trug daher die Keime des Verfalls in sich: die *germanische* nicht. Eben das folgt noch bestimmter aus dem Gegensatz der sinnlichen und der geistigen Schönheit. Die *sinnliche* Schönheit, wie alles Sinnliche, ist *erreichbar;* die Griechen *haben*

diese Schönheit erreicht, und so mufste jeder weitere Schritt nothwendig zum Verfall führen; die *geistige* Schönheit ist *nicht* erreichbar; es ist also ein unendlich fortdauerndes Streben nach derselben möglich und es liegt folglich in dem germanischen Baustyl kein *innerer* Grund des Verfalls. Dies ist warlich ein allgemeiner, sehr wesentlicher und folgenreicher Vorzug, der keinen Zweifel läfst, dafs die germanische oder die christliche Baukunst *ihrem Grundprincipe nach* der einzig-richtige Weg zur Vollendung der Baukunst sei; eben so wie das Christenthum der einzig richtige Weg zur Vollendung der religiösen Cultur ist.

Vergleichen wir nun den hier geschilderten Entwicklungsgang der Baukunst mit dem der Cultur im Allgemeinen und besonders der religiösen, als der wesentlischsten.

Die ersten Menschen waren (und anders konnten sie aus der Vaterhand des Schöpfers nicht hervorgehen) kindlich roh, aber auch kindlich rein, ungebildet, aber bildungsfähig, nicht mit der Gott-Erkenntnifs, aber mit lebendiger Gott-Ahnung im Herzen ausgestattet. Im ursprünglichen Gleichgewicht aller Seelenkräfte hätten sie auf dem kürzesten Wege zum Ziele, nemlich zur Vervollkommnung, vorwärts schreiten können. Allein der Kampf zwischen dem geistigen und sinnlichen Princip, welcher den Menschen nicht erspart werden durfte, da sie *freien Willen* haben sollten, störte das Gleichgewicht; die Verstandesthätigkeit, auf die Befriedigung irdischer Bedürfnisse gerichtet, gewann die Oberhand; das sinnliche Princip siegte, das Paradies ging verloren und das Menschengeschlecht büfste, so sehr es auch practisch fortschreiten mochte, an Religion und innerer Vervollkommnung immer mehr ein und versank tiefer und tiefer in Sinnlichkeit und Finsternifs. Es war nöthig, es zu wecken und auf die rechte Bahn zurückzuführen. Aber der erste Lichtstrahl, der in jene Nacht fiel, durfte keinen überirdischen Glanz haben, um nicht zu blenden; auf die thiergestalteten Götter *Ägyptens* konnte die Idee des unsichtbaren Gottes nicht unmittelbar folgen. Es mufsten die Menschen zuvor an das milde *Tageslicht* gewöhnt werden; die Gottheit mufste unter der zum Ideal erhobenen, durch Kunst verschönerten menschlichen Gestalt sich zeigen; statt des Verstandes mufste das Gefühl zur vorherrschenden Thätigkeit gebracht werden. Dies geschah durch die *Griechen*, und weithin verbreiteten und fest begründeten sich ihr sinnlich freundlicher Naturdienst und ihre heitre, blüthenvolle Bildung. Das sinnliche Princip war jetzt veredelt. Dies jedoch genügte nicht; das geistige Princip mufste *vorherrschend*, das ursprüngliche Gleich-

gewicht der Seele mit gröfserem Selbstbewufstsein wieder hergestellt werden; und je höher die griechische Bildung stand, um so nöthiger wurde es, nachdem sie ihre Bestimmung erfüllt hatte, sie wieder zu verwischen. Freilich hatte sie bereits die Überverfeinerung erreicht und würde, sich selbst überlassen, ihrem natürlichen Ende nicht entgangen sein; wie leicht aber hätte ihr allmäliger Untergang die allgemeine Verfinsterung zurückführen können! Nur durch Kampf, welcher die Kraft weckte und wach erhielt, konnte und durfte der endliche Sieg des Geistes errungen werden. Jetzt aber war der Kampf offen und geradezu noch gefährlich; er mufste vorerst unbewufst und unwillkürlich geführt werden. Das Griechenthum war noch zu mächtig; die Kraft zum Widerstande mufste erst allmälig gelähmt werden. Dazu waren die *Römer* bestimmt. Ohne durch ihre Lage und die practische Richtung ihres Geistes befähigt zu sein, die griechische Bildung erfolgreich fortzupflanzen, nahmen sie dieselbe ohne es zu ahnden an, knickten ihre schönsten Blüthen und breiteten sie so, in dem Zustande der Verderbnifs, in ihrem weiten Reiche aus. Es scheint, als ob die welterobernden Römer bestimmt gewesen wären, die Bildung und die Religion aller alten Völker, so viel davon sich erhalten hatte, zu vereinigen und unter einander zu mischen, um dieselbe in ihren eignen Untergang mit hineinzuziehen und ihr ein desto sichereres gemeinsames Grab zu bereiten! —

Aber *ein* Funke des ursprünglichen reinern Geistes hatte sich aus der Urzeit gerettet und in einem entlegenen Ländchen unter allen Stürmen, oft dem Erlöschen nahe, doch nie ganz erloschen, mit Mühe und Noth erhalten. An diesem Funken entzündete sich die strahlende Sonne der Lehre *Jesu*. In geräuschloser Stille verbreitete sich jetzt das *Christenthum;* zunächst unter den gebildeten Völkern, den Griechen und Römern. Aber sobald die christliche Religion zur herrschenden wurde, zeigte sich auch die nachtheilige Wirkung des noch waltenden Geistes antiker Bildung. Das Christenthum würde kaum je das innre Sein des Menschen lebenskräftig durchdrungen haben, wenn es sich nicht noch zu rechter Zeit zu noch rohen, aber unverdorbenen jugendfrischen Völkern hinübergerettet hätte: zu Völkern, welche zwar den Griechen und Römern gegenüber Barbaren waren, in denen aber der Keim einer *höhern* Bildung schlummerte. Der Strom der Civilisation, welcher erst in Asien, dann in Griechenland und Rom zu mächtigen Fluthen angeschwollen, dann, den aufgeregten trüben Schlamm zurücklassend, wieder abgelaufen war, hatte sich hier zu einem stillen ruhigen See verbreitet, damit

er sich kläre und das Christenthum irgendwo eine reine Quelle zu seiner Nahrung fände. Während jene stolze Fluthen in ihren schillernden Wogen den glänzendsten Schimmer zeigten, ruhte Jahrtausende der friedliche See im Schoofse der germanischen Wälder in abgeschiedener Stille und Unthätigkeit; aber aus der geheimnifsvollen Tiefe des silberhellen Spiegels stiegen, dem schärfer blickenden Auge erkennbar, die dämmernden Gestalten der alten nordischen Heldensage hervor, mächtiger und erhabener, inniger und rührender selbst als die vollendeteren Dichtungen der griechischen Poësie.

Wie sich im *Mittel-Alter* und in der *neueren Zeit* die allgemeinen Verhältnisse gestalteten, ist uns noch frisch im Gedächtnifs und nur kurz anzudeuten nöthig. Es zeigte sich die in einem andern Sinne erneuerte Weltherrschaft Roms, die Obergewalt des Pabstes: erst als eine Wohlthat und Nothwendigkeit, dann als eine drückende Fessel: erst den Glauben begründend, reinigend, stärkend, dann in scheufslicher Eigensucht den Aberglauben bestärkend; drauf die Erweckung eines reinen, freiheitathmenden Geistes in den christlichen Völkern durch die Kreuzzüge und deren Folgen, die frühzeitige Äufserung dieses Geistes in überwallender Gefühlsthätigkeit, und endlich ein späterer Erfolg im practischen Leben. Statt der beabsichtigten Reformation der Kirche rifs sich die *halbe* Christenheit von der Mutterkirche los; lange dauerte der blutige Religions-Kampf, mit seinen unseligen Folgen; die Verstandesthätigkeit, als Gegenwirkung der frühern Herrschaft der Gefühlsthätigkeit, bekam das Übergewicht und die Menschen versanken in religiöse Gleichgültigkeit. In neuester Zeit raffte man sich aus der Erschlaffung kräftig empor, ein allseitiges lebendiges Streben erwachte und, obgleich sich häufig durchkreuzend und ausartend, erweckt es freudige Hoffnungen auf die Zukunft.

Wem entginge nun hier wohl die Übereinstimmung der Hauptmomente des Entwicklungsganges der religiösen und der allgemeinen Cultur mit demjenigen der Baukunst? Zunächst zeigt sich, als ein alleiniges Erzeugnifs der Kunst, die erhabene, aber unbewufst und dunkel angedeutete Idee des Unendlichen im emporstrebenden Pyramidalbau der *Inder* und andrer ältesten Völker; dann die überwiegende Einwirkung der Bauwissenschaft bei dem Bau *über* der Erde, wodurch zwar ein eigentliches *Bausystem* geschaffen, die *Kunst* aber immer mehr zurückgedrängt wurde, bis zu dem Niederdrücken und dem Vorherrschen der Massen bei den *Ägyptern:* dann, als Vermittlung des Niederdrückens mit dem Emporstreben, des Vorherrschens der Masse mit dem der Form und, wie zur Vorbereitung auf die höhere geistige Schönheit, die veredelte sinnliche Schönheit.

das Gleichgewicht in der Kunst der *Griechen*, welche nach dieser Richtung hin das Ziel der Vollendung erreichten; darauf der lange, unbewufste Kampf gegen das griechische Säulensystem bei den *Römern*, entscheidender fortgesetzt und gegen die Antike überhaupt sich richtend, bei den ältern *christlichen* Völkern, ursprünglich veranlafst durch den auf das früheste Alterthum zurückweisenden Bogenbau, ohne welchen Kampf eine höhere Ausbildung der Baukunst überhaupt nicht möglich gewesen wäre; dann das fortgesetzte Streben nach christlicher Eigenthümlichkeit durch das ganze Mittel-Alter hindurch, vorzugsweise bei den germanischen Völkern, aber zurückgehalten von den Resten der antiken Kunst und von der allgemeinen Unterdrückung der freien Geistesthätigkeit durch die Hierarchie; hierauf das Entstehen des ächt christlichen oder germanischen Baustyls bei den *Deutschen*, in Folge des durch die Kreuzzüge und die Bekanntschaft mit arabischer Kunst erweckten Geistes-Aufschwunges; endlich das Verkennen und demzufolge die übereilte und einseitige Ausbildung des germanischen Styls, die Wieder-Einführung des römischen Baustyls und dessen Ausartung in den willkürlichen *Rococostyl*, als unvermeidliche Wirkung des christlichen Geistes auf die Antike.

Was wir vorhin aus dem innern Wesen der verschiedenen Baustyle *folgerten*, tritt uns hier entschiedener als das *Resultat der Geschichte* der Baukunst entgegen: die Thatsache nämlich, dafs der germanische Baustyl nicht blofs die nächste Aufgabe der Kunst, nemlich die der Versinnlichung des Characters seiner Zeit, seines Volkes und Landes gelöset hat; sondern dafs derselbe auch, aus einem höhern Standpuncte angesehen, als ein wesentlicher Fortschritt nach dem allgemeinen, in der frühesten Richtung dunkel angedeuteten Ziele hin, als der Schlufsstein des ganzen Bausystems, als der letzte Schritt im Entwicklungsgange der Baukunst bezeichnet werden mufs, insofern wir ihn nicht etwa so auffassen, wie er sich unter ungünstigen Verhältnissen wirklich gestaltete, sondern so, wie er, sich selbst überlassen und in Übereinstimmung mit dem Geiste der Aufklärung, dem er seine Entstehung verdankt, aus dem Grundprincipe sich entwickelt haben würde. Mit andern Worten: der germanische Baustyl war *in seiner Entstehung* der erste Schritt auf der allein richtigen Bahn zum Bessern.

§. 193.

Über die Frage: „In welchem Style sollen wir bauen?"

Diese für die neuere Baukunst so ungemein wichtige Frage, obgleich schon öfter angeregt und besprochen, ist noch immer beinahe unbeantwortet. Sie ist der Praxis unbequem und wird gern bei Seite geschoben; ja man erwiedert, zwar nicht mit klaren Worten, aber durch die That, täglich darauf: „In allen Stylen, oder in gar keinem." Man baut nicht allein gleichartige Gebäude bald griechisch, bald römisch, bald romanisch, bald germanisch, bald vermischt, bald ganz styllos; nicht selten legt man sogar zu einem und demselben Bauwerke mehrere Entwürfe in verschiedenen Baustylen zur *Auswahl* vor. Aber man sollte doch glauben, die Nothwendigkeit eines *Nationalbaustyls* könne Niemand leugnen, der auch nur einen Blick in die Geschichte der Kunst gethan, auch nur einmal über den Zweck der Baukunst nachgedacht, nur einmal ein wahrhaft schönes Bauwerk gesehen hat.

Seit der Einführung des Christenthums, und besonders in neuerer Zeit, traten die Eigenthümlichkeiten der Völker immer mehr zurück, so dafs, wie im Mittel-Alter, für alle christlichen Völker ein und derselbe Baustyl (nur nach den geringeren Verschiedenheiten des Volkscharacters und des Climas etwas verändert) ausreichen dürfte: also mufs um so mehr der christliche Baustyl nothwendig um so schärfer von den Baustylen aller nicht christichen Völker, zumal der frühern, sich unterscheiden. Kein Volk, das nicht einen eigenthümlichen Baustyl hatte, hat Geltung in der Geschichte der Baukunst gewonnen: kein Kunstwerk, welchem der Ausdruck und der richtige Character fehlt, wird schön genannt, und kein Bauwerk kann Character haben, wenn es nicht zugleich das Gepräge vom Character des Volks und Landes trägt: einfach deshalb, weil die Baukunst, im Gegensatz zu andern Künsten, nie eine andre als eine nationale Aufgabe zu lösen hat; denn die baulichen Bedürfnisse eines Volks gehen unmittelbar aus seiner ganzen Lebensweise und dem Clima hervor.

Vorausgesetzt nun, dafs man die Nothwendigkeit eines eigenthümlichen Baustyls anerkenne, so fragt es sich, ob wir einen ganz neuen Baustyl erfinden müssen, oder ob einer der vorhandenen, gleichviel mit welchen Veränderungen, für uns passe.

Das Erste, ein ganz neuer Styl, würde uns auf den practischen Weg leiten; wir würden es der Baukunst selbst überlassen müssen, diesen neuen Styl zu suchen und ihn auszubilden. Es sind auch in der neuesten Zeit einzelne

Versuche in diesem Sinne gemacht worden, aber es stellten sich fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen; wie wir es früher erörterten. Wahrscheinlich würden wir erst nach sehr langer Zeit ein Resultat erlangen, das uns noch dazu vielleicht, und sogar sehr wahrscheinlich, auf einen der schon da gewesenen Baustyle zurückführen würde. Diesen Umweg zu vermeiden, wird es jedenfalls gut sein, auf das Zweite näher einzugehen und zu untersuchen, welcher der vorhandenen Baustyle uns und unsrer Zeit gemäfs sein dürfte.

Die Geschichte der Baukunst beantwortet hier die Frage fast unmittelbar und auf das deutlichste und bestimmteste. Sie lehrt, dafs der gesammte Entwicklungsgang zum germanischen Baustyl hinführte; dafs dieser Styl aus demselben Geiste hervorging, wie die Reformation, dafs er aber zu seiner Zeit verkannt wurde und verkannt werden mufste, also zu keiner consequenten Entwicklung gelangte; dafs er für die Entwicklung jenes reformatorischen Geistes erfunden ist und später nur verdrängt wurde, damit er nicht ganz verderbe und untergehe. *Die Reformation ist noch nicht vollendet; eben so wenig ist es die Entwicklung des germanischen Baustyls: beide nach ihrer Grundidee neu aufzufassen und ihrem Ziele entgegenzuführen, scheint dem lebendigen Streben der gegenwärtigen und der nächsten Folgezeit zu ziemen und vorbehalten zu sein.*

Von vorn herein läfst sich nun aber mit eben der Bestimmtheit sagen, dafs uns mit einer gedankenlosen Nachahmung der von unsern Voreltern hinterlassenen Bauwerke keinesweges und fast eben so wenig gedient sein würde, als wenn wir irgend einen andern Baustyl annähmen. Wir haben ja gesehen, dafs auch die berühmtesten Bauwerke des Mittel-Alters ihre grofsen Mängel haben, dafs unsre Voreltern, in überwallender Gefühlsthätigkeit und in Folge der noch lange fortdauernden hierarchischen Tendenzen, die Ausbildung des germanischen Styles übereilten und einen verderblichen Reichthum in denselben einführten; dafs sie zwar Dom nach Dom, immer grofsartiger und reicher, mit der gröfsten Kraft-Anstrengung bauten, das profane Bauen aber fast ganz vernachläfsigten. Der germanische Baustyl hat auf diese Weise rasch seine Blüthen getrieben: aber die vollsten Blüthen sind grade die, welche am wenigsten Frucht absetzen. Wir mögen uns ihrer mit gerechtem Wohlgefallen erfreuen, wir mögen sie zu unserer Aufmunterung als die heiligen Zeugen des frommen Eifers unsrer Altvordern, als Beispiele Dessen betrachten, was die christliche Baukunst in Hinsicht des Formen-Reichthums leisten *kann:* wir dürfen sie aber nicht *nachahmen* wollen: einmal, weil wir dazu noch nicht reif, noch

nicht tief genug in den innern Geist des Styls eingedrungen sind; dann, zweitens, weil sie den jetzigen Zeitgeist nicht aussprechen, mithin *unwahr* sein würden, und endlich weil die Annahme und versuchte Weiterbildung eines jeden bereits ausgebildeten, selbst überbildeten Baustyls nothwendig zu seinem Verfall führen mufs. Wohl hatte daher *Hallmann* Recht, wenn er wünschte, dafs man jene Bauwerke unter einen Glaskasten setzen könnte.

Was sollen wir aber nun thun, um den *germanischen* Baustyl nach seinem Grundprincip richtig aufzufassen und ihn aus demselben neu zu entwickeln? Dies ist eine Frage, welche der *Einzelne* nicht beantworten kann, sondern die Zeit lösen mufs. Doch wir wollen den Versuch wagen, die nach unserer Ansicht richtige Bahn zum Ziele wenigstens anzudeuten.

1. Vor allen Dingen müssen wir auf die *früh-germanischen* Bauwerke des deutschen Vaterlandes zurückgehen, um an ihnen, mit Ausschliefsung aller romanischen Reminiscenzen, aller zufälligen Formen, den unverfälschten germanischen Geist in seinen ersten entschiedenen Äufserungen zu erfassen.

2. Für die practische Ausführung mögen wir, was den Styl betrifft, im Anfange für *evangelische* Kirchen die einfachere Architektur der *Elisabethkirche zu Marburg* u. s. w., für katholische Kirchen eine etwas reichere Kirche zum Muster nehmen. Sollte man in diesem Rath gegen die frühere Behauptung, dafs der germanische Baustyl für *katholische* Kirchen nicht gepafst habe und eben durch die Anwendung auf sie verderbt worden sei, einen Widerspruch finden wollen, so ist zu bemerken, dafs die katholische Kirche, so sehr man dies auch von den extremen Seiten her behaupten mag, auch nicht mehr die ehemalige ist. Vielleicht sind sogar die Früchte der Reformation innerhalb der *katholischen* Christenheit, obgleich nur im Verborgenen gereift, grade die edelsten. Nicht den Deutsch-Katholicismus, wie er sich bisher gestaltete, wohl aber die Möglichkeit eines solchen möchte ich hierher rechnen. Die Kunst würde ihre vermittelnde Stellung verkennen und freveln, wenn sie, statt die geistigen Bewegungen der Zeit zu dem erhabenen Ziele einer einigen christlichen Kirche zu unterstützen, die alte Spaltung erweitern helfen wollte. Auch ohne den *Baustyl* (den Nationalbaustyl nämlich, in welchem der Character der Architektur immer noch sehr verschieden sein kann) bleiben noch Motive genug zur Unterscheidung beider Kirchen.

3. Ferner müfsten wir unser Augenmerk vorzugsweise auf die Entwicklung eines germanischen Styls für profane Bauwerke richten, dessen unsre Zeit ungleich mehr bedarf, als die frühere. Es fragt sich hier, ob der ger-

manische Baustyl bis auf diese ausgedehnt werden darf, ohne seinem Grundprincip untreu zu werden. Dafs das eine Element, das Vorherrschen der Form vor der Masse, als ein Bild des Vorherrschens des geistigen Princips vor dem sinnlichen, so recht eigentlich als Ausflufs des lebendig strebenden Geistes zu betrachten sei und dafs mithin dieses Element im profanen Baustyl (natürlich für die einzelnen Gebäude-Arten je nach ihrer höhern oder geringern Bestimmung abgestuft) dieselbe Geltung wie im Kirchenbaustyl finden würde, dürfte nicht zu bezweifeln sein. Dagegen könnte es scheinen, dafs das zweite Element, das *Emporstreben,* auf profane Baue, ihrer Bestimmung nach, in der Regel nicht anwendbar sei. Hier ist zu erinnern: einmal, dafs jedes Bauwerk, indem es sich nach oben erhebt und die obern Theile leichter als die untern gestaltet sein müssen, schon von selbst ein gewisses Emporstreben ausdrückt und also sicher ausdrücken darf: sodann, dafs es, abgesehen von seiner besondern Bestimmung, immer den Stempel des Volkscharacters tragen, mithin auch die nach *höherer* Entwicklung strebende Geistesrichtung der Zeit im Allgemeinen (mehr oder weniger) versinnlichen mufs, zumal die Kunst hierbei grade vorantreten soll und mufs, und endlich, dafs das erhabenste Schönheits-Element, das Unendliche im Schönen, welches keinem Bauwerke ganz fehlen darf, durch das Emporstreben in der Baukunst auf das deutlichste versinnlicht wird. So ist es denn also keineswegs nothwendig, auch das zweite Element im germanischen Baustyl bei den profanen Bauwerken zu verleugnen, sondern es ist nur eine Milderung nöthig, wie sie sich schon durch die Grundform von selbst findet.

Auch ohne die Kreuzgewölbe, Strebepfeiler, Thürmchen und Spitzen, ohne das gewaltige Vorherrschen der lothrechten Theilungen, ohne die steilen Giebel, selbst ohne den Spitzbogen (der übrigens seine constructionellen Vorzüge hat und dem durch geringere Höhe und mehr noch durch rechtwinklige Einrahmung das Emporstreben sehr genommen werden kann) bleiben in den reich gegliederten Gesimsen und Einfassungen, in den zierlichen und hier mehr als im Kirchenstyl anwendbaren Bogenfriesen, in den wirklichen und scheinbaren Durchbrechungen, den freien Krönungen, dem kühn geworfenen Blumen- und Blätterschmuck u. s. w. Mittel genug übrig, um jedem Gebäude seinen richtigen Character und selbst der Front eines gewöhnlichen städtischen Wohngebäudes den Ausdruck zu geben, dafs es darin sicher und bequem sich wohnen lasse und dafs man sich behaglich und heimisch darin fühlen müsse, und um gleichzeitig weit strenger im Style zu bleiben, als

z. B. mit einem griechischen Gebäude ohne Säulenhallen, die wir doch häufig wegzulassen gezwungen sind.

4. Bei der Annahme des germanischen Baustyls aufserhalb Deutschlands wäre auf den Volkscharacter und das Clima Rücksicht zu nehmen. In südlichen Ländern wird der Unterschied gröfser sein, als in nördlichen; es gilt hier, das heiterere Clima und die mehr öffentliche Lebensweise fühlbar zu machen. Bei profanen Bauwerken wird dies, besonders im germanischen Styl, leicht sein; schwieriger bei Kirchen. Dies stimmt aber ganz zu der Aufgabe. Die erhabene Bestimmung der Kirche darf und soll vorherrschen. Als ein schlagendes Beispiel mag hier die Frage berührt werden, ob die Kirchen in südlichen Gegenden *flache* Dächer erhalten müssen, wie man sie ihnen im Mittel-Alter gab? Von den ungeheuern, über alle drei Schiffe greifenden Dächern einiger deutschen Kirchen kann zuvörderst nicht die Rede sein; sie sind, da sie ihres anscheinenden Gewichts wegen im Verhältnifs zu den Mauern eher ein Niederdrücken als Emporstreben andeuten, fast noch weniger stylgemäfs, als flache Dächer. Über (niedrige) Abseiten fallen sie von selbst weg, und bei gleich hohen Schiffen lassen sie sich vermeiden, wenn nur, der Construction der Kreuzgewölbe gemäfs, das Mittelschiff sattelförmige und die Seitenschiffe wiederkehrende Giebeldächer bekommen. Auch für die Abseiten sind flache Dächer unbedingt besser, weil sonst zu viel vom Mittelschiffe verdeckt wird und hier bei einem blofsen Absatze weder die Sichtbarmachung der schützenden Dachung, noch der emporstrebende Schlufs ästhetisch nothwendig ist. Das Mittelschiff und der Thurm dagegen können des steilen Dachs nicht entbehren, wenn das Gefühl nicht durch Disharmonie verletzt und die Architektur verderbt werden soll. Warum wäre aber hier das steile Dach im Süden nicht erlaubt? Der allgemeine Ausdruck des Volkscharacters kann das flache Dach auf *Kirchen* nicht *verlangen:* sonst wäre, da das Emporstreben die wesentlichste Eigenschaft der Kirchen ist, das Volk kein christliches. Das *Clima gestattet* zwar ein flaches Dach, *fordert* es aber nicht: umgekehrt läfst sich auch im Norden ein flaches Dach dicht und dauerhaft herstellen. So möchte es sich also sehr wohl vertreten lassen, wenn die *Kirchen* auch im Süden *steile* Dächer, Gebäude dagegen, die eines besonders heitern Characters bedürfen, auch im Norden *flache* Dächer erhalten. Es bleiben noch viele andre Mittel übrig, den nationalen und climatischen Ausdruck richtig und deutlich zu bezeichnen; selbst das *Verhältnifs* der Dachneigung kann dazu benutzt werden, indem man demselben Gebäude im Norden eine merklich steilere Neigung des

Daches giebt, als im Süden; ohne jedoch die vom Baustyl bestimmten Grenzen zu überschreiten.

5. Um den einmal gewählten Baustyl einer erfreulichen Ausbildung entgegenzuführen und die Fehler der Voreltern zu vermeiden, müſste man, ohne sich durch die Autorität, selbst der berühmtesten mittelalterlichen Bauwerke verleiten zu lassen, wie bei jedem andern Baustyle, die Haupt-Anordnung der Gebäude stets nach den jedesmaligen, sowohl den geringeren, als insbesondere den höheren Bedingungen der Aufgabe feststellen, und eben so den speciellen Character der Architektur bestimmen. Wir würden dadurch eine feste Grundlage für die weitere künstlerische Behandlung gewinnen und dürften fest versichert sein, nie irre geleitet zu werden. Steht obiges Beides fest, so mögen wir uns weiter sorgfältig vor gedankenloser Nachahmung von *Zierden* hüten, von deren ästhetischer Nothwendigkeit sich nicht Rechenschaft geben läſst.

6. Wir müſsten endlich auch die *statische* Formenbedeutung streng im Auge behalten. Anfangs mögen wir die Construction nach derjenigen Form, welche die Statik verlangt, einfach für sich selbst sprechen lassen; nie aber müſste, in der falschen Meinung, die Schönheit oder der Styl erfordre es, ein besseres Material angedeutet werden, als das wirklich verwendete. Niemals darf die Construction hinter Putz oder Schaalen versteckt werden und anders sein, als es zweckmäſsig ist. Dem Holze dürfen nicht Formen gegeben werden, die nur für den Stein passen, u. s. w. Weiter mögen wir dann danach streben, die Formen nach und nach so auszubilden, daſs sie den statischen Zweck der Construction immer schärfer dem Gefühle deutlich machen und so *auch dadurch* schön werden.

Die vorstehenden kurzen Andeutungen werden anzeigen, in welchem Sinne wir die neue zeitgemäſse Entwicklung des germanischen Baustyls meinen. Vorzugsweise kommt es wohl bei der Wahl eines für uns passenden Baustyls darauf an, daſs er sich den neuern Zeit-Ideen, so weit sie Geltung *verdienen*, ohne Gefährdung seines Grundprincips anzuschlieſsen vermöge. Mit einem fertig ausgebildeten Baustyl lieſse sich aus begreiflichen Gründen am Ende nichts weiter anfangen, als ihn verderben. Nur der romanische und der germanische Baustyl (vom arabischen abgesehen) sind bildsam; dem erstern aber fehlt es an einem Grundprincip, welches sich grade Anfangs am wenigsten entbehren läſst. Wollte man, wie es auch schon vorgeschlagen ist, den eleganten *romanischen* Baustyl aus der letzten Zeit des zwölften Jahrhunderts, namentlich für profane Gebäude wählen, so möchte dagegen nicht eben viel zu er-

innern sein; allein es ist dann zu bemerken, dafs grade Das, was in diesem Styl für uns brauchbar sein würde, Vorbote des germanischen Styls ist; und so würden wir, nur mit einem Umwege, zu demselben Resultate kommen. Und dann sprechen noch folgende zwei nicht unwichtige Momente für den *germanischen* Baustyl; nemlich:

Erstlich. Das in neuester Zeit so häufig als Baustoff benutzte Gufseisen, dessen Anwendung sich wohl in der Folge noch immer mehr ausbreiten dürfte, bedingt seiner Natur nach zarte und dünne Formen; und diese nehmen noch am ersten im *germanischen* Styl einen architektonischen Character an.

Zweitens. In der neuesten Zeit hat sich die Baukunst mehr und mehr von dem Beistande der Bildhauerei und Malerei losgesagt, oder ist von ihnen verlassen worden. Mag man nun den dadurch entstandenen Verlust an monumentalem Character entweder bedauern, oder mag man sich von der davon zu erwartenden selbstständigeren Entwicklung der einzelnen Künste, zumal der Baukunst, Vortheil versprechen: so ist es doch gewifs, dafs sich, schon des Kostenpuncts wegen, dieses Verhältnifs so bald nicht ändern wird; und es versprechen dann die reicheren architektonischen Zierden des *germanischen* Styls noch am ersten Erfolg.

Werden dann nun aber (denn auch diese Frage, so wenig sie die Kunst selbst angeht, darf leider nicht übergangen werden) die Bauwerke im germanischen Style für die jetzigen Verhältnisse nicht zu theuer werden? Allerdings, etwas mehr Geld als bisher werden wir schon daran wenden müssen; nur mache man sich davon keine zu grofse Vorstellung. Solche Dome freilich, wie das Mittel-Alter hinterlassen hat, würden unsre Mittel weit übersteigen; allein solche Aufgaben kommen auch nicht mehr vor. Gestaltet sich, worauf ja aus andern triftigern Gründen gedrungen wurde, der neugermanische Baustyl einfacher, so werden wir auch wohlfeiler bauen. Prüft man den Gegenstand näher, so findet sich, dafs nicht sowohl der Baustyl es ist, welcher einige Opfer verlangt, als vielmehr die unabweisliche Forderung, *im Allgemeinen anständiger zu bauen;* und es läfst sich durchschnittlich im germanischen Baustyl mit denselben Geldmitteln noch am *würdigsten* bauen. Ein griechisches, römisches, oder ein Gebäude im Rococostyl kann nicht wohl des Sandsteins und der Bildhauer-Arbeit entbehren, während dasselbe Gebäude im germanischen Styl, von Backsteinen, mit Hülfe von geformten Ziegeln, schon ziemlich elegant sich ausführen läfst; und selbst ein gröfseres Prachtgebäude

von Sandsteinen würde gegen eine Walhalla, gegen ein Braunschweiger Schlofs u. s. w. keineswegs bedeutend mehr kosten.

Rechtfertigt sich demnach in jedem Betracht die Wahl des aus seinem Grundprincip zu entwickelnden *germanischen* Baustyls, so sei es erlaubt, am Schlusse noch auf die unbedingte *Nothwendigkeit* davon hinzuweisen. Wir haben gesehen, dafs sich im Entwicklungsgange der Baukunst eine genau zusammenhangende Kette von dem griechischen bis zum germanischen Styl hinzieht. Wollten wir nun auch ein *Mittelglied* aufgreifen, welches es sei, so würden wir uns stets entscheiden müssen, ob wir die Kette auf- oder abwärts verfolgen wollten, d. h. ob wir der Baukunst den christlichen Geist einprägen, oder sie purificiren wollen. Im erstern Falle würden wir nothwendig entweder zum Rococostyl, d. h. also aus den Grenzen der Baukunst hinaus, oder aber zum germanischen, im andern Falle zum rein griechischen Baustyle geführt werden. Wir haben also im Grunde nur die Wahl zwischen den beiden letztern Baustylen. Und so wollen wir dann noch zuletzt unsre gefährlichsten Gegner, die Griechenfreunde, zu versöhnen suchen, indem wir ihnen zurufen:

„Wir erkennen mit Euch die hohe Vortrefflichkeit der griechischen „Baukunst, die Priorität der Griechen an: wir wollen auch Eurem Rathe folgen „und den Griechen nachahmen, aber nicht der *Form,* sondern dem *Geiste* „nach. Deshalb wollen wir dann auch nicht ihre an sich so vortreffliche „Architektur im wörtlichsten Sinne aus allen Fugen reifsen, um sie stückweise „bei unsern Gebäuden anzuwenden und dadurch auf das gründlichste zu ver- „derben: wir wollen vielmehr uns bestreben, für *unsre* Verhältnisse eben so „zweckmäfsig und schön zu bauen, wie sie für die *ihrigen* bauten; wir wollen „uns einen eigenthümlichen, wahrhaftigen und statisch begründeten Baustyl zu „bilden suchen, wie sie ihn hatten, und eben so fest daran halten, wie sie „es thaten."

Magdeburg, im Januar 1847.

Bemerkung des Herausgebers zu der vorstehenden Abhandlung.

Der Herausgeber einer Zeitschrift darf seinerseits mit derselben auch wohl die Absicht haben, Das was *ihm* gut und recht zu sein scheint durch die Schrift fördern zu helfen. Der Herausgeber des gegenwärtigen Journals hat diese Absicht. In der That würde auch ohne eine solche Absicht für ein Journal eigentlich gar kein Redacteur nöthig sein; denn blofs um zu erfahren, ob etwa ein Aufsatz überhaupt werth sei, gedruckt zu werden, hätte der Verleger dieselben Mittel, die ihm zu dem Ende für jede andre selbstständige Schrift in einem ihm fremden Fache zu Gebot stehen. Der Herausgeber einer Zeitschrift darf aber auch wiederum durchaus nicht etwa Beiträge *ausschliefsen*, deren *Ansichten* mit den seinigen nicht übereinstimmen. Im Gegentheil mufs ihm jede durchdachte und zum weitern Nachdenken Anlafs gebende Abhandlung willkommen sein, und wenn seine eigenen Ansichten von denen des Verfassers abweichen, mufs er die Abweichung, von Gründen unterstützt, zu erkennen geben; denn eben durch gegenseitige Erörterungen wird am Ende das Rechte und Wahre gefunden; und zu solchen Erörterungen ist eine Zeitschrift sehr geeignet, mehr noch als selbstständige Werke.

Eine so durchdachte und für ihren Gegenstand höchst wichtige Abhandlung, die aber in der That nicht eine blofse Abhandlung, sondern ein grofses Werk ausmacht, ist gewifs die vorstehende, und der Herausgeber hat sie mit grofsem Vergnügen und mit wahrer Befriedigung in das gegenwärtige Journal aufgenommen. Er dankt dem Herrn Verfasser hier noch öffentlich dafür, dafs er mit seiner Schrift das Journal zu beehren und zu zieren die Güte gehabt hat und erkennt mit Achtung den grofsen Fleifs und den Scharfsinn an, welchen der Herr Verfasser in diesem seinen Werke an den Tag gelegt hat; hoffend und überzeugt, dafs gar viele Leser über dasselbe eben so urtheilen werden.

Aber in einem Hauptpuncte, der eines der wesentlichsten Resultate der Untersuchungen des Herrn Verfassers ausmacht, kann der Herausgeber mit dem Herrn Verfasser *nicht* übereinstimmen. Nach seiner Meinung nemlich ist der sogenannte *germanische* Baustyl nicht derjenige, welcher für *evangelisch-christliche* Kirchen und für profane Bauwerke pafst, eben so wenig, wie z. B. die griechische Tempelform für jene und die Pompejanischen Gebäude für diese.

Der Herausgeber glaubt diese seine Meinung durch *Gründe* rechtfertigen zu können, und er wird dies, insofern seine Arbeitskräfte es ihm noch erlauben, zu thun und auch diejenigen Formen anzudeuten versuchen, welche *ihm* für jetztzeitige Bauwerke angemessen zu sein scheinen. Vorläufig erlaubt er sich hier die offene und einfache Äufserung seines Nicht-Einverständnisses in dem bezeichneten Puncte. Sollte er nicht mehr im Stande sein, die beabsichtigten Erörterungen zu geben, was bei seinen, jetzt im Greisen-Alter fast erschöpften Kräften leicht möglich ist, so hat die vorstehende blofse Aussage seiner Meinung weiter keinen Werth und möge also dann übersehen und vergessen werden.

Berlin im December 1849.

8.

Über das Princip des kleinsten Widerstandes.

(Von dem Herrn Bau-Conducteur *Scheffler* zu Braunschweig.)

Unter diesem Titel verkündet *Moseley* ein neues Princip der Statik, welches er zuerst in dem „Philosophical Magazine" für October 1833 publicirt hat und welches wegen seiner höchst interessanten Anwendnungen gewifs der ausgebreitetsten Bekanntschaft würdig ist. Aus dem letzteren Grunde und weil mir die Darstellung dieses Princips durch seinen Erfinder *Moseley* einen Mangel zu verrathen scheint und eines strengen Beweises entbehrt, erlaube ich mir, dasselbe nachstehend auf eine eigene Art darzustellen, sodann die Methode von *Moseley* anzuführen und endlich einige Arten der Anwendung des Princips anzudeuten.

Man stelle sich ein System von Körpern vor, welche nur durch die Berührung ihrer Oberflächen mit einander in Verbindung stehen; die Lage und Form dieser Berührungsflächen sei jedoch von der Art, dafs alle Körper des Systems ein Ganzes von unveränderlicher Gestalt bilden, so lange die darauf angebrachten Kräfte innerhalb gewisser Grenzen bleiben. Befinden sich nun in diesem Systeme mehrere feste widerstehende Puncte, und zerlegt man die Resultante aller auf das System angebrachten äufsern Kräfte (mit Einschlufs der Gewichte der Theile des Systems) nach dem Principe der Gleichheit der Momente in Componenten, deren Richtungen durch die widerstehenden Puncte gehen und mit der Richtung der allgemeinen Resultante parallel sind; so werden die Widerstände jener festen Puncte den eben erwähnten Componenten offenbar gleich und entgegengesetzt sein, sobald die Puncte fähig sind, in der Richtung dieser Componenten oder in der Richtung der Resultante aller Kräfte des Systems Widerstand zu leisten. Haben die festen Puncte diese Fähigkeit aber nicht (etwa wegen einer besonderen physischen Beschaffenheit ihrer Oberflächen) und sind sie demnach nur im Stande, in gewissen andern Richtungen Widerstand zu leisten, oder erzeugen sich zwischen den Bändern des Systems nothwendig Pressungen, welche nicht in jener allgemeinen Richtung der Resultante liegen und deren Wirkung sich ebenfalls mit auf die widerstehenden Puncte

überträgt: so müssen sich an diesen Puncten, aufser den vorher erwähnten Componenten, noch andere widerstehende Seitenkräfte äufsern, welche sich, wenn sie für alle widerstehenden Puncte genommen werden, gegenseitig vernichten, aber an einem jeden einzelnen widerstehenden Puncte mit der entsprechenden der vorher genannten Componenten zu einer Kraft zusammensetzen, deren Richtung eine solche ist, dafs der widerstehende Punct in derselben Widerstand zu leisten *vermag*. Man wird in vielen Fällen finden, dafs man statt der obigen Seitenkräfte, welche die Richtungen der Widerstände an den einzelnen festen Puncten von der Richtung der allgemeinen Resultante des Systems ablenken und welche sich an dem Systeme gegenseitig vernichten, unendlich viele Kräfte substituiren kann, welche sämmtlich der Gröfse und Richtung nach von einander verschieden, aber gleichwol sämmtlich im Stande sind, das System im Gleichgewichte zu erhalten.

Aufserdem wird man, wenn nicht gerade mathematische *Puncte* gegeben sind, durch welche die äufsern Widerstände nothwendig gehen müssen, also in allen Fällen, wo *Flächen* des Körpersystems mit festen Widerlags*flächen* in gewisser Ausdehnung mit einander im Contact sind, die Lage der Angriffspuncte jener Widerstände auf den letzteren Flächen beliebig variiren und dadurch noch anderweite neue Systeme von Widerständen fingiren können, welche dem Körpersysteme ebenfalls das Gleichgewicht zu sichern vermögen.

Das Princip des kleinsten Widerstandes hat nun den Zweck, die vorstehenden Unsicherheiten hinwegzuräumen; so weit dies durch eine Beschränkung der Grenzen, innerhalb welcher die vorhin genannten Seitenkräfte der Widerstände variabel sind, möglich gemacht werden kann. Wenn nicht blofs die Angriffspuncte innerhalb gewisser Flächen, sondern auch die Richtungen der Widerstände nach allen Dimensionen des Raumes veränderlich angenommen werden müssen, so giebt das fragliche Princip nicht ein absolut bestimmendes Criterium an, welches nur einem einzigen der unendlich vielen möglichen Systeme von Widerständen ausschliefslich zukommen könnte. Vielmehr setzt dasselbe voraus, die unendliche Mannichfaltigkeit der möglichen Systeme von Widerständen sei zuvörderst in gewisse Classen abgetheilt, und es bezeichnet hierauf von der in jeder Classe enthaltenen Anzahl von Systemen durch ein characteristisches Merkmal dasjenige System, welches in der Wirklichkeit nur als das wahre angenommen werden darf. Hierbei bleibt die Wahl der *Classe*, in welcher das gesuchte einzige System liegen mufs, von andern Betrachtungen abhängig; und sollten zu derartigen Betrachtungen nicht sonstige aus der Natur

des ganzen Körpersystems zu entnehmende Motive zu finden sein, so bleibt die ganze Aufgabe unbestimmt und das erwähnte Princip dient nur dazu, die unendliche Menge aller möglichen Systeme von Widerständen zu sichten und die wirklich zuläfslichen auf eine engere Wahl zu bringen.

Es seien in (Fig. 1. Taf. IV.) aA, bB, cC, dD die Flächen, in welchen das gegebene Körpersystem mit den festen Widerlagen in Berührung ist; A, B, C, D seien in diesen Flächen willkürlich gewählte Puncte, welche den Widerständen R_1, R_2, R_3, R_4 möglicherweise zu Angriffspuncten dienen könnten; P sei die in der Richtung PM liegende Resultante aller auf das Körpersystem angebrachten Kräfte, welche durch das System der letzten Widerstände im Gleichgewicht erhalten werden mufs. Zerlegt man jeden der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 in zwei Componenten, von welchen die einen P_1, P_2, P_3, P_4 mit der allgemeinen Resultante P parallel sind und die andern Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 auf der Richtung dieser Resultante normal stehen: so seien in einer zu der Linie PM perpendicular angenommenen Ebene $\alpha\beta\gamma\delta$ die Linien $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ resp. parallel mit den Richtungen der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4. Werden nun alle die Systeme von Widerständen, deren Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 mit denselben Axen $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ parallel sind, als zu einer und derselben *Classe* gehörig angesehen, so behauptet *das Princip des kleinsten Widerstandes, dafs in dieser Classe nur dasjenige System auf Existenz in der Wirklichkeit Anspruch machen könne, bei welchem, unter Berücksichtigung aller physischen Eigenschaften des Körpersystems, sämmtliche auf der Richtung PM perpendicular stehenden Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 gleichzeitig den möglichkleinsten Werth annehmen.*

Die *Classe*, zu welcher das eben bezeichnete System von Widerständen gehört, also die in der Normal-Ebene auf PM liegenden *Richtungen* $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ der *Componenten* Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 jener Widerstände, läfst das Princip des kleinsten Widerstandes, wie schon erwähnt, unentschieden und überantwortet die Bestimmung derselben einer besondern Untersuchung, welcher in den meisten Fällen der Praxis auch Entscheidungsgründe genug zu Gebote stehen.

Eben so läfst das Princip die Frage auf sich beruhen, ob es in der obigen *Classe* von Widerständen nur *ein einziges* System gebe, bei welchem von einem *gleichzeitigen Minimum* aller Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 die Rede sein könne, oder ob es nicht deren mehrere gebe, welche auf dasselbe Merkmal Anspruch haben; bei welchen jedoch je zwei Systeme in einer solchen

Beziehung zu einander stehen müssen, dafs etliche der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 in dem einen Systeme *kleiner*, die übrigen Componenten aber *gröfser* sind als die correspondirenden in dem andern Systeme, weil, wenn diese Beziehung nicht obwaltete, das eine solcher zwei Systeme, in welchem *alle* Componenten gröfser wären, als in dem anderen, gar nicht als ein Minimum überhaupt zu betrachten sein würde. Im letzteren Falle bleibt die Wahl zwischen allen den Systemen derselben Classe, bei welchen ein gemeinschaftliches Minimum aller Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 denkbar ist, willkürlich, und die Aufgabe wird, selbst wenn über die Art der *Classe* kein Zweifel mehr obwaltet, aus einem neuen Grunde unbestimmt. Es leuchtet übrigens ein, dafs die eben berührte Unbestimmtheit durchaus nicht eintreten kann, wenn das gegebene Körpersystem sich nur gegen *einen*, oder *zwei*, oder *drei* feste Puncte stützt; dafs dieselbe jedoch jedenfalls vorhanden ist, sobald das System *vier*, oder *mehr* feste Stützpuncte, wie A, B, C, D, hat. Denn aus den allgemeinen Gesetzen des Gleichgewichts folgt, dafs die Summe der zu PM parallelen Componenten P_1, P_2, P_3, P_4 der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 gleich der Resultante P sein mufs, und dafs die auf der Richtung von P perpendicular stehenden Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 ein System bilden müssen, von der Beschaffenheit, dafs, wenn dieselben parallel zu ihren Richtungen, also in die Richtungen αM, βM, γM, δM an einen und denselben Punct M getragen werden, sie sich gegenseitig vernichten oder für sich allein im Gleichgewicht sind. Demnach müssen diese Componenten zu einander in dem Verhältnifs stehen, wie die Längen der Seiten EF, FG, GH, HE irgend einer geschlossenen Figur $EFGHE$, deren Richtungen mit den Richtungen αM, βM, γM, δM der fraglichen Componenten parallel sind. Ist nun die Anzahl dieser Componenten gröfser als drei, so bildet die letztere Figur ein Polygon von mehr als drei, also wenigstens von vier Seiten. Bei einem solchen Polygone, in welchem nur die *Richtungen* der Seiten gegeben sind, sind aber die Variationen der *Längen* dieser Seiten nicht sämmtlich von einander abhängig; vielmehr bleibt mehr als eine Seite *willkürlich* veränderlich, indem man z. B. bei einem Vierecke $EFGH$ die Seite EF in die beliebige Länge EF' und die Seite FG in die beliebige Länge $F'G'$ übergehen lassen könnte, wodurch alsdann ein neues Viereck $EF'G'H'E$ entstände, dessen Seitenlängen ebenfalls ein System der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 repräsentiren würden. Unter solchen Umständen, wo mehr als eine dieser Componenten willkürlich variabel bleibt, kann dann natürlich von keinem ausschliefslich gemeinschaftlichen Minimum aller die Rede sein. Es giebt im Gegen-

theil alsdann eine unzählige Menge von Systemen, in welchen jene Componenten gleichzeitig auf ein Minimum kommen. Diese Systeme können auf die Weise ermittelt und construirt werden, dafs man zuvörderst unter den Richtungen der Linien αM, βM, γM, δM eine bestimmte Figur $EFGH$ entwirft und die Seiten derselben unter der Bedingung variiren läfst, dafs die neuen daraus entstehenden Figuren der ersteren *ähnlich* seien. Alsdann werden alle Seiten von einander abhängig sein und gleichzeitig proportional zu einander wachsen oder abnehmen, mithin auch gleichzeitig ein Minimum erreichen. Macht man in der Ebene $\alpha\beta\gamma\delta\alpha$ die Linien $\alpha'M$, $\beta'M$, $\gamma'M$, $\delta'M$ resp. gleich den Seiten EF, FG, GH, HE der gedachten Figur und läfst jene Linien eben so variiren, wie die letzteren Seiten, so werden die auf den Axen $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ fortrückenden Puncte α', β', γ', δ' ebenfalls Polygone wie $\alpha'\beta'\gamma'\delta'\alpha'$ bezeichnen, welche stets einander ähnlich bleiben, und es wird nicht schwierig sein, dasjenige dieser Polygone, wie etwa $\alpha''\beta''\gamma''\alpha''$, zu construiren, welches in den Linien $\alpha''M$, $\beta''M$, $\gamma''M$, $\delta''M$ die kleinsten Werthe der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 darstellt, die denselben unter den besondern Bedingungen des gegebenen Körpersystems nur zugetheilt werden dürfen.

Wenden wir uns jetzt zu dem Beweise des Princips des kleinsten Widerstandes; also zu dem Beweise des Satzes, dafs unter allen möglichen Systemen der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4, von welchen die auf PM perpendicular stehenden Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 mit den Axen αM, βM, γM, δM parallel sind, nur dasjenige in der Natur sich verwirklichen wird, bei welchem jene Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 gemeinschaftlich die möglich-kleinsten Werthe $\alpha''M$, $\beta''M$, $\gamma''M$, $\delta''M$ haben.

Man stelle sich in der auf der Richtung PM der allgemeinen Resultante P perpendicular stehenden Ebene $\alpha\beta\gamma\delta\alpha$, in den Richtungen $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ feste Stäbe angebracht und bei M fest mit einander verbunden vor. Die Widerlagsmassen, welche bei A, B, C, D das gegebene Körpersystem unterstützen, seien beseitigt, indem von denselben nur die als materiell anzunehmenden Oberflächen Aa, Bb, Cc, Dd, soweit dieselben mit den äufsersten Erdflächen des Körpersystems in Contact sind, zurückbleiben. Die letzteren Flächen seien durch die festen und unbiegsamen krumm- oder geradlinigen Stäbe $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$, $d\delta$ mit den correspondirenden Stäben $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ unverrückbar verbunden. Endlich sei von M aus, in der verlängerten Richtung PM, der unprefsbare Stab MN angebracht, welcher sich bei N gegen einen absolut festen Punct stützt.

Das gegebene Körpersystem wird vermöge der Unprefsbarkeit der Stäbe $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$, MN, auf welche sich alle Componenten der bei A, B, C, D erzeugten Pressungen vermittels der festen Verbindungen $Aa\alpha$, $Bb\beta$, $Cc\gamma$, $Dd\delta$ fortpflanzen, gerade ebensowohl im Gleichgewicht erhalten, wie es vorhin durch die bei A, B, C, D befindlichen festen Widerlagsmassen möglich war, und es leuchtet ein, dafs die in den Stäben $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$, hervorgerufenen Spannungen resp. gleich den Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 sein werden, wogegen die Spannung in dem Stabe MN unter allen Umständen den constanten Werth $P_1+P_2+P_3+P_4=P$ hat.

Da die Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4, und mithin auch deren Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, lediglich von der Natur des gegebenen Körpersystems, dessen Resultante P ist, und von der physicalischen Beschaffenheit der Contactflächen Aa, Bb, Cc, Dd, nicht aber davon abhangen, ob die Festigkeit der als Widerlagen dienenden Körper gröfser oder kleiner sei, als eben erforderlich ist: so wird sich, unbekümmert um die absolute Festigkeit der Stäbe $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$, eine bestimmte Spannung einstellen, welche resp. durch $M\alpha'=Q_1$, $M\beta'=Q_2$, $M\gamma'=Q_3$, $M\delta'=Q_4$ dargestellt sein möge. Gäbe man diesen Stäben *gröfsere* Festigkeiten als die vorstehenden, so würde dies weder eine Vermehrung, noch eine Verminderung der gedachten Spannungen oder der entsprechenden Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 zur Folge haben. Gäbe man den Stäben *kleinere* Festigkeiten, etwa die durch $M\alpha''$, $M\beta''$, $M\gamma''$, $M\delta''$ dargestellten, so würde dies eben so wenig auf eine Veränderung der fraglichen Spannungen oder Componenten Einflufs haben; sämmtliche Stäbe müfsten also nothwendig *zerbrechen* und das Gleichgewicht des gegebenen Körpersystems könnte durchaus nicht bestehen. Wären die kleineren Festigkeiten $M\alpha''$, $M\beta''$, $M\gamma''$, $M\delta''$ aber von der Beschaffenheit, dafs sie ein für sich im Gleichgewicht befindliches System von Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 darstellten, welches auch das gegebene Körpersystem noch im Gleichgewicht zu erhalten vermöchte: so liegt in der Annahme des Zerbrechens jener Stäbe offenbar eine Ungereimtheit, da im Augenblicke dieses Bruches doch ein jeder Stab mit seiner vollen Stärke widerstehen, also auf das Körpersystem einen Gegendruck ausüben würde, der in Gemeinschaft mit den übrigen das Gleichgewicht des Körpersystems vollkommen müfste sichern können.

Demnach werden die von den gedachten Stäben in der Wirklichkeit auszuhaltenden Spannungen, oder die Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 die möglich-kleinsten sein. Hierbei kommt es jedoch

nicht auf den absolut kleinsten Werth irgend einer einzelnen, sondern auf ein gemeinschaftliches Minimum aller jener Componenten an. Denn das vorstehende Raisonnement würde keineswegs auf eine Ungereimtheit führen, also auch Nichts gegen die Realität des Componentensystems $M\alpha'$, $M\beta'$, $M\gamma'$, $M\delta'$ beweisen, sobald es aufser diesem nur ein anderes, wie $M\alpha''$, $M\beta$, $M\gamma''$, $M\delta$ gäbe, worin zwar *einige* Componenten, wie $M\alpha''$ und $M\gamma''$ *kleiner, andere* jedoch, wie $M\beta$ und $M\delta$ *gröfser* wären, als in dem ersteren Systeme. Wollte man jetzt die beiden Stäbe $M\alpha$, $M\gamma$ so weit schwächen und die beiden Stäbe $M\beta$, $M\delta$ so weit verstärken, dafs ihre Festigkeiten die Kräfte $M\alpha''$, $M\beta$, $M\gamma''$, $M\delta$ darstellten, so würden, weil dadurch die wahre Vertheilung der Kräfte in dem gegebenen Körpersysteme keine Veränderung erlitte, allerdings die beiden Stäbe $M\alpha$ und $M\gamma$ zerbrechen, indem sie im Augenblicke des Bruchs mit ihrer vollen Stärke, also mit den Kräften $M\alpha''$ und $M\gamma''$ widerständen: die anderen beiden Stäbe würden jedoch, weil sie hinlänglich stark wären, nicht brechen, und es wäre demnach auch nicht zu behaupten, dafs sie im Augenblicke des Bruchs der übrigen Stäbe mit ihrer vollen Stärke, also mit den Kräften $M\beta$ und $M\delta$ widerständen. Da unter diesen Umständen keine Gewifsheit vorhanden wäre, dafs bei dem Bruche der ersteren beide Stäbe das ganze System der Kräfte $M\alpha''$, $M\beta$, $M\gamma''$, $M\delta$, welches freilich, wenn es obwaltete, das Gleichgewicht zu erhalten vermöchte, auch wirklich ins Leben träte: so würde in der Annahme jenes Bruchs durchaus keine Absurdität, mithin kein Grund sich finden, die Realität des Systems $M\alpha'$, $M\beta'$, $M\gamma'$, $M\delta'$ zu leugnen. Aus der vorstehenden Betrachtung folgt übrigens nur die *Möglichkeit* der physischen Existenz des Systems $M\alpha'$, $M\beta'$, $M\gamma'$, $M\delta'$, insofern dasselbe ein gemeinschaftliches Minimum der einzelnen Kräfte darstellt. Wäre also $M\alpha''$, $M\beta$, $M\gamma''$, $M\delta$ ein anderes Minimum jener Kräfte, von welchen nothwendig einige kleiner und einige gröfser sein müssen, als in dem ersteren Systeme, weil sonst entweder das erstere oder das letztere gar kein Minimum wäre: so liefse sich die Möglichkeit des letzteren mit demselben Rechte behaupten, wie die des ersteren, und man sieht im Allgemeinen blofs, dafs das in der Wirklichkeit auftretende System irgend eines der fraglichen Minima sein mufs.

Die Zahl der eben erwähnten Minima reducirt sich auf ein einziges, wenn das gegebene Körpersystem sich gegen *drei* oder weniger feste Widerlagsflächen stützt. Denn bei *drei* Stützpuncten A, B, C werden die Polygone EFG und $\alpha'\beta'\gamma'$ Dreiecke, welche, weil die Richtungen ihrer Seiten gegeben sind, stets einander ähnlich bleiben: bei *zwei* Stützpuncten A und B fallen

die beiden Linien $M\alpha$ und $M\beta$ nothwendig in die entgegengesetzten Richtungen einer und derselben Geraden, indem alsdann die durch $M\alpha'$ und $M\beta'$ dargestellten Componenten Q_1 und Q_2 einander gleich und entgegengesetzt sind: bei *einem* Stützpuncte A endlich können überall keine Componenten wie Q_1 auftreten, dieselben müfsten sich sonst in dem Puncte A sämmtlich gegenseitig vernichten; das Gleichgewicht kann in dem letzteren Falle nur dann bestehen, wenn die Widerlagsfläche bei A fähig ist, der Resultante P des ganzen Körpersystems direct zu widerstehen.

Das Princip des kleinsten Widerstandes behält auch dann noch Gültigkeit, wenn die Massen, aus welchen das im Gleichgewicht zu erhaltende Körpersystem und die Widerlagen bestehen, nicht *absolut hart*, sondern *elastisch* und *prefsbar* sind. Man darf sich nur dann nicht vorstellen, die materiellen *Oberflächen* Aa, Bb, Cc, Dd der Widerlagen seien durch die unbiegsamen Stäbe $a\alpha$, $b\beta$, $c\gamma$, $d\delta$ mit den unprefsbaren Stäben $M\alpha$, $M\beta$, $M\gamma$, $M\delta$ fest verbunden, weil durch eine solche gänzliche Beseitigung der elastischen Widerlagsmassen und durch die Festhaltung einzelner Puncte dieser Massen, wie a, b, c, d, an unverrückbaren Örtern im Raume, die wahre Natur der Widerstandsfähigkeit der gedachten Massen eine unstatthafte Abänderung erlitte. Dagegen kann das frühere Raisonnement durchgehends beibehalten werden, wenn man annimmt, die an die Stäbe $M\alpha a$, $M\beta b$, $M\gamma c$, $M\delta d$ gefesselten Flächen seien absolut harte materielle Flächen, welche irgendwo im Innern oder Äufsern der Widerlagsmassen, wo die möglichen Compressionen und Extensionen der übrigen Theile dieser Massen keine Verrückungen der Molecülen hervorbringen, fest mit denselben verwachsen sind; indem hierbei der Umstand irrelevant ist, dafs jene Flächen bei manchen Fällen vielleicht in unendlicher Entfernung von den Stützflächen Aa, Bb, Cc, Dd liegend angenommen werden müssen. Es versteht sich jedoch von selbst, dafs, wenn es sich um derartige Körpersysteme handelt, wie sie streng genommen einzig und allein in der Natur nur vorkommen können, bei der Bestimmung der *möglichen* Systeme von Angriffspuncten A, B, C, D und der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 gehörig auf die Wirkungen der Elasticität und Prefsbarkeit der Massen Rücksicht zu nehmen ist; wodurch die Willkürlichkeit in der Wahl jener Gröfsen auf mannichfache Weise eingeschränkt wird. So würde es z. B. unzuläfslich sein, wenn man die Richtung R_1A irgend eines Widerstandes, oder der Resultante aller über die Fläche Aa vertheilten elementaren Widerstände, durch die mathematische Kante oder Spitze irgend eines Körpertheils wollte

gehen lassen, weil alsdann nothwendig auf einen unendlich kleinen Flächenraum ein endlicher Druck kommen würde; was bei physischen Körpern unmöglich ist. Der Angriffspunct A eines solchen Widerstandes würde sich vielmehr immer wegen der in seiner Nachbarschaft eintretenden Compression in einer gewissen Entfernung von jeder Kante oder Spitze halten müssen.

Es bleibt jetzt noch übrig, Einiges über die Construction oder Auffindung der Systeme von Widerständen R_1, R_2, R_3, R_4 zu sagen, welche den Minimis der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 entsprechen und welche also nach dem Principe des kleinsten Widerstandes in der Wirklichkeit als zuläfsliche Systeme zu betrachten sind.

Bei dieser Untersuchung nehmen wir an, die Örter A, B, C, D der Widerlagsflächen Aa, Bb, Cc, Dd, in welchen die Angriffspuncte der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 liegen müssen, seien bekannt. Wäre eine solche Bekanntschaft *a priori* nicht möglich, so hätte man die nachstehende Betrachtung für alle übrigen möglichen Örter der Puncte A, B, C, D zu wiederholen, oder sie mit Hülfe einer allgemeinen Methode zu variiren, um hierdurch das gesuchte Minimum der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 zu ermitteln.

Wir stellen uns jetzt die gemeinschaftliche Resultante P des gegebenen Körpersystems nach dem ***Principe der Gleichheit der Momente*** auf die Puncte A, B, C, D, parallel mit ihrer Richtung PM, in die Kräfte p_1, p_2, p_3, p_4 (welche von den vorhin durch P_1, P_2, P_3, P_4 bezeichneten Componenten der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 wohl zu unterscheiden sind) zerlegt vor. Wären alle Stützpuncte fähig, in parallelen Richtungen mit der der Kraft P Widerstand zu leisten, oder erzeugten sich im Innern des Körpersystems keine Seitenspannungen, so würden p_1, p_2, p_3, p_4 die wahren Widerstände sein. Da dies jedoch der Voraussetzung nach nicht der Fall ist, so gesellen sich zu den Kräften p_1, p_2, p_3, p_4, in geneigten Richtungen gegen die Mittelkraft P, noch andre Componenten, welche wir, zum Unterschiede von den normalen Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4, durch q_1, q_2, q_3, q_4 bezeichnen wollen. Die letzteren Kräfte werden gefunden, wenn man die zweiten Seiten der Parallelogramme construirt, von welchen resp. R_1, R_2, R_3, R_4 die Diagonalen und p_1, p_2, p_3, p_4 die ersten Seiten darstellen; und hieraus folgt, dafs sämmtliche an irgend einem Stützpuncte bisher betrachteten Kräfte, wie z. B. für den Punct A die Kräfte R_1, P_1, Q_1, p_1, q_1 (Fig. 2.), in einer und derselben Ebene liegen werden; ferner dafs der Endpunct der Linie $q_1 A$,

welche die Kraft q_1 darstellt, in der durch den Punct Q_1 oder R_1 mit der Richtung der Mittelkraft P gezogenen Parallele angetroffen werden wird.

Aufserdem erhellet, dafs da die constanten Kräfte p_1, p_2, p_3, p_4 stets ein System bilden, welches mit der Resultante P für sich im Gleichgewicht ist, auch das System der veränderlichen Seitenkräfte q_1, q_2, q_3, q_4 für sich allein im Gleichgewicht sein mufs. Hieraus ergiebt sich mit Nothwendigkeit, dafs wenn nur *zwei* Stützpuncte A und B gegeben sind, die Richtungen der beiden Kräfte q_1 und p_2 einander direct entgegengesetzt sein müssen, dafs also die Linie $q_1 A$ durch die beiden Stützpuncte A und B gehen mufs; ferner, dafs wenn nur *drei* Stützpuncte A, B, C gegeben sind, die Richtungen der drei Kräfte q_1, q_2, q_3 gleichzeitig in der Ebene ABC liegen müssen. Durch diese Beziehungen finden sich also für die beiden Fälle, welche in der Praxis die wesentlichste Bedeutung haben, die Richtungen der Seitenkräfte q_1, q_2, q_3 ungemein leicht.

Beachtet man nun, dafs, wie sich auch die Kräfte P_1 und Q_1 an dem Puncte A variiren lassen mögen, die Kraft p_1 stets, der *Gröfse und Richtung* nach, und die Kraft q_1 stets der *Richtung* nach unveränderlich bleibt: so folgt, dafs wenn Q_1 ein Minimum werden soll, auch q_1 ein Minimum werden mufs. Die Bedingung, dafs die Kraft q_1 oder die Linie $q_1 A = R_1 p_1$ ein Minimum werde, läuft aber endlich auf die Bedingung hinaus, dafs der Neigungswinkel $R_1 A p_1$ des Widerstandes R_1 gegen die Richtung der allgemeinen Resultante P des ganzen Körpersystems ein Minimum werde.

Demnach kann unter der ausdrücklichen Voraussetzung, dafs die Lage der wahren Angriffspuncte A, B, C, D der Widerstände R_1, R_2, R_3, R_4 innerhalb der Stützflächen Aa, Bb, Cc, Dd bereits gegeben sei, das Princip des kleinsten Widerstandes auch so definirt werden, *dafs die Neigungswinkel jener Widerstände gegen die Richtung der Resultante P des Körpersystems gleichzeitig die möglich-kleinsten seien.* Die Argumente, welche sich früher auf die Unbestimmtheit des *gleichzeitigen* Minimums der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 bezogen, lassen sich hier in analoger Weise auf die Neigungswinkel $R_1 A P_1$, $R_2 B P_2$, $R_3 C P_3$, $R_4 D P_4$ übertragen, sobald mehr als *drei* Stützpuncte gegeben sind. Auch dürfen hier, eben wie vorhin, nur solche Systeme von Widerständen mit einander verglichen werden, welche einer und derselben *Classe* angehören, bei welchen also die Widerstände R_1, R_2, R_1, R_4

in denselben mit der Richtung der Resultante P parallelen Ebenen Q_1AP_1, Q_2BP_2, Q_3CP_3, Q_4DP_4 liegen *).

Was nun die Darstellung des so eben abgehandelten Princips des kleinsten Widerstandes durch *Moseley* betrifft, so drückt Letzterer dasselbe in seinen „Principles of Engineering and Architecture" folgendermaafsen aus:

„Wenn ein System von Kräften im Gleichgewicht ist, und es befinden sich darunter eine Anzahl von Widerständen: so ist ein jeder der letzteren, mit Berücksichtung der Bedingungen, welchen das ganze System unterworfen ist, ein Minimum."

Der dafür gegebene Beweis lautet:

„Die Kräfte des Systems, welche keine Widerstände sind, seien durch A und die Widerstände durch B dargestellt; ferner sei C ein anderes System von Kräften, welches die Widerstände B ersetzen und die Kräfte A im Gleichgewichte erhalten kann. Man nehme an, das System B werde durch C ersetzt: so leuchtet ein, dafs jede Kraft des Systems C gleich der Kraft ist, welche von den Kräften des Systems A auf ihren Angriffspunct fortgepflanzt wird, oder gleich dieser Kraft, sammt der Kraft, welche von den übrigen Kräften des Systems C auf ihren Angriffspunct fortgepflanzt wird. Im ersteren Falle ist die erwähnte Kraft mit einem der Widerstände des Systems B identisch; im zweiten ist sie gröfser als derselbe. Hieraus folgt, dafs jede Kraft des Systems B, unter den Bedingungen, welchen das ganze System unterworfen ist, ein Minimum sei."

Gegen diese Darstellung des Princips könnte man zuvörderst einwenden, dafs die Widerstände der festen Stützpuncte, oder die früher mit R_1, R_2, ... bezeichneten Kräfte selbst, eigentlich gar keine Minima zu sein brauchen, und in den meisten Fällen auch in der That keine sein werden, dafs dieses Er-

*) Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, dafs ich in meiner Übersetzung des oben citirten *Moseley*schen Werks das Princip des kleinsten Widerstandes nicht in seiner gröfsten Allgemeinheit beleuchtet und auch nur unter der stillschweigenden Voraussetzung bewiesen habe, dafs die Angriffspuncte A, B, C, D der Widerstände in den Stützflächen bekannt und unveränderlich seien. Demgemäfs habe ich in der fraglichen Schrift die Nothwendigkeit eines Minimums der Componenten q_1, q_2, q_3, q_4 oder der Neigungswinkel R_1Ap_1, R_2Bp_2, R_3Cp_3, R_4Dp_4 dargethan, während eigentlich die Nothwendigkeit eines Minimums der Componenten Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 bewiesen werden mufste; was nur unter der eben erwähnten ausdrücklichen Voraussetzung zu einem und demselben Resultate führt. Die hieraus sich ergebende Unzulänglichkeit meiner ursprünglichen Definition vom Principe des kleinsten Widerstandes, wie sie in der erwähnten Übersetzung enthalten ist, erkenne ich.

fordernifs vielmehr nur für die auf der Richtung der allgemeinen Resultante P normal stehenden *Componenten* Q_1, Q_2, ... jener Widerstände nöthig ist.

Ferner erwähnt die Definition Nichts von den Unbestimmtheiten, welche daraus entstehen, dafs die Richtungen der Widerstände R_1, R_2, ... nicht nothwendig in constanten Ebenen zu variiren brauchen, sondern als im *Raume* variabel angenommen werden müssen; auch Nichts von den Unbestimmtheiten, welche in manchen Fällen bei der Ermittelung des *gemeinschaftlichen* Minimums der fraglichen Kräfte vorkommen. Überdem wird stillschweigend vorausgesetzt, dafs die Angriffspuncte der Widerstände unveränderlich seien, dafs das System also nur Stütz*puncte* und keine Stütz*flächen* habe. Die in Rede stehende Darstellung ist demnach aus mehrfachen Gründen nicht allgemein.

Endlich sieht man bei genauerer Prüfung, dafs der *Moseley*sche Beweis für das gedachte Princip unzulänglich ist. Die zweiten Kräfte nämlich, welche sich bei der Substitution des Systems C für das System B noch mit auf die Angriffspuncte der Kräfte des ersten Systems fortpflanzen sollen, um daselbst stärkere Pressungen zu erzeugen, als wenn das System B allein gesetzt wäre, kann man auch ebensowohl negativ oder von der Art annehmen, dafs ihre Wirkung die früheren Pressungen nicht vermehrt, sondern vermindert. Die nähere Bestimmung eines solchen Systems C, welches die letztere Wirkung thut, ist in allen Fällen sehr leicht, und man sieht, dafs bei der Wahl eines solchen Systems der entscheidende Schlufs von *Moseley* unrichtig sein würde. Man würde auf demselben Wege beweisen können, dafs ein *jedes* System von möglichen Widerständen, selbst wenn dasselbe anerkanntermaafsen *kein* Minimum wäre, dennoch das wahre und (im Widerspruche mit der Annahme) auch das gesuchte *kleinste* System sei, sobald man dieses System nur ursprünglich als das System B setzte und alsdann weiter argumentirte, dafs dieses System mit irgend einem andern möglichen Systeme C entweder identisch, oder gröfser als dasselbe sei.

Um die Bedeutung, welche das Princip des kleinsten Widerstandes für die Statik hat, würdigen zu können, wollen wir in Nachfolgendem einige specielle Fälle seiner Anwendung discutiren.

Anwendungen des Princips vom kleinsten Widerstande.

Aufgabe 1. Gegen die feste horizontale Ebene AE (Fig. 3.) und die verticale Ebene EB stützt sich, in schräger Lage, ein schwerer Stab AB, dessen Enden A und B auf den genannten Ebenen geeignet sind, Reibung zu

erzeugen. Der dem wirklichen Gleiten auf der Ebene AE entsprechende Reibungswinkel sei gleich φ_1, und für die Ebene BE gleich φ_2. Es sollen die Gleichgewichtsbedingungen angegeben werden.

Fall *a;* wenn der Stab AB als eine schwere materielle Linie angesehen wird, welche weder unprefsbar noch unbiegsam ist.

In diesem Falle reduciren sich die Stützflächen auf die beiden unveränderlichen Puncte A und B, und demnach wird dem Principe des kleinsten Widerstandes ein Genüge geleistet, wenn man die Bedingung erfüllt, dafs die Neigungswinkel R_1FP und R_2FP der bei A und B Statt findenden Widerstände R_1 und R_2 gegen die Richtung der allgemeinen Resultante P des Körpersystems, d. h. gegen die verticale Richtung des Gewichts P des Stabes AB, die *möglich-kleinsten* seien. Wegen der physischen Beschaffenheit der Flächen AE und BE ist hierbei aber zu gleicher Zeit zu berücksichtigen, dafs die Richtungen jener Widerstände R_1 und R_2 mit den Normalen AM und BN auf AE und BE nur Winkel einschliefsen dürfen, welche nicht kleiner als die betreffenden Reibungswinkel φ_1 und φ_2 sind. Da nun endlich das Gleichgewicht der drei Kräfte P, R_1 und R_2 fordert, dafs sich die Richtungen der letzten beiden in einem und demselben Puncte F der unveränderlichen Richtung von P schneiden: so folgt leicht, dafs die Richtung R_2F des Widerstandes R_2 gefunden wird, wenn man den Winkel R_2BN so grofs als möglich, also gleich dem Winkel φ_2 annimmt; so wie, dafs die Richtung des Widerstandes R_1 in der geraden Linie liegen müsse, welche von F durch den Punct A gezogen wird. Die Gröfse der beiden Widerstände R_1 und R_2 ergiebt sich hierauf, indem man das Gewicht P des Stabes, welches durch FG dargestellt sein mag, nach dem Parallelogramm der Kräfte in die Componenten $FH = R_1$ und $FI = R_2$ zerlegt. Hierbei ist stillschweigend vorausgesetzt, dafs durch die obige Construction der Winkel R_1AM kleiner, oder höchstens gleich φ_1 ausfalle. Ereignete es sich, dafs dieser Winkel gröfser als φ_1 wäre, so wäre überhaupt kein Gleichgewicht des Stabes AB unter den gegebenen Umständen möglich, weil der Winkel R_2BN, welcher schon gleich φ_2 angenommen ist, nur *kleiner* genommen werden dürfte und hierdurch der Winkel R_1AM noch mehr vergröfsert werden würde. Bei der letzteren Voraussetzung würde der Stab AB ausgleiten, indem sich seine Endpuncte A und B resp. in den Richtungen EA und BE fortbewegten.

Fall *b;* wenn der Stab AB ein unprefsbares und unbiegsames Prisma bildet.

Wäre die auf der verticalen Ebene AEB (Fig. 4.) perpendicular stehende Dimension des Stabes null oder unendlich klein, so müfsten offenbar die Widerstände R_1 und R_2 in dieser Ebene liegen, welche gleichzeitig durch die senkrechte Richtung der Resultante P und die Puncte a, a', b, b' ginge. Hieraus folgt, wenn die Dimension des Stabes, perpendicular zur Ebene AEB, nicht unendlich klein, aber der Stab in Beziehung zu der genannten Ebene symmetrisch ist, dafs die Richtungen der Widerstände R_1 und R_2 in derselben, durch den Schwerpunct des Stabes gehenden verticalen Ebene AEB liegen müssen, indem man sich den Stab nur in lauter unendlich dünne Schichten, welche sämmtlich mit AEB parallel sind, zerlegt vorzustellen und zu berücksichtigen braucht, dafs die Widerstände R_1 und R_2 die Resultanten der gegen jede einzelne Schicht wirkenden elementaren Widerstände sind.

Nimmt man nun in den Endflächen aa' und bb' irgend zwei Puncte A und B als vermeintliche Angriffspuncte der Widerstände R_1 und R_2 an, so würden die Richtungen AF und BF der letzteren genau wie im vorigen Falle gefunden werden. Sollen aber die horizontalen, durch KF und LF vorgestellten Componenten dieser durch HF und IF repräsentirten Widerstände die möglich-kleinsten sein, welche durch die Variation der Puncte A und B in den Endflächen des Stabes erzielt werden können, so folgt leicht, dafs der Widerstand R_2 durch den höchsten Punct b der Endfläche bb' gehen und sich daselbst unter dem Reibungswinkel φ_2 gegen die Normale auf bE neigen mufs, dafs dagegen der Widerstand R_1 durch den dem Puncte E zunächst liegenden Punct a' der Endfläche aa' gehen und in der geraden Linie $F'a'$ liegen mufs, welche man erhält, wenn man den Durchschnittspunct F' der Richtung $R_2 b$ und der Verticalen $F'P$ mit dem Puncte a' verbindet.

Demnach werden sich bei diesem Stabe die Puncte b und a' fest gegen die widerstehenden Ebenen pressen: ein Resultat, welches besonders dann einleuchtet, wenn man sich den Stab im Momente des Ausgleitens vorstellt.

Fall c; wenn der eben betrachtete Stab biegsam wäre; so würde derselbe in Folge seines Gewichts die in (Fig. 5.) dargestellte Krümmung annehmen; wobei sich nothwendig die äufsersten Puncte a und b seiner Endflächen von den Ebenen AE und BE entfernten und die inneren Puncte a' und b' jener Flächen allein mit den letzteren Ebenen in Berührung blieben. Bei dieser Voraussetzung könnten dann die Widerstände R_1 und R_2 nur durch die Puncte a' und b' gehen und ihre Richtungen würden wie im ersten Falle gefunden werden, nachdem man vermittels der Gesetze der Elasticität

die Lage der durch den Schwerpunct des gekrümmten Stabes gehenden Verticalen FP bestimmt hätte.

Wäre dieser Stab nicht allein biegsam, sondern den allgemeinen Gesetzen der Elasticität unterworfen, also in allen Theilen prefsbar, resp. ausdehnbar: so würden sich bei a' und b' Compressionen einstellen und der Stab würde sich mit Flächen von endlicher Ausdehnung gegen die festen Ebenen stützen, also etwa die Form $a\alpha\alpha'\beta'\beta b$ annehmen, wenn die festen Ebenen durch $A'E'$ und $B'E'$ dargestellt werden. Die Richtungen der Widerstände R_1 und R_2 können alsdann durch keine eigentliche *Kante* der Flächen $\alpha\alpha'$ und $\beta\beta'$ gehen, sondern müssen diese Flächen in Zwischenpuncten schneiden, welche durch die Gesetze der Vertheilung des elastischen Drucks über diese Flächen nach Maafsgabe der daselbst Statt findenden Compression gefunden werden können.

Aufgabe 2. Zwischen den beiden geneigten Ebenen AE und BE (Fig. 6.) ruhet der keilförmige unprefsbare Körper ABE, vom Gewichte P, indem dessen Seitenflächen AE und BE auf den entsprechenden Ebenen Reibungen zu erzeugen vermögen, welchen im Augenblicke des wirklichen Gleitens resp. die Reibungswinkel φ_1 und φ_2 angehören würden. Es sind die Bedingungen des Gleichgewichts anzugeben.

Wenn die durch den Schwerpunct des Keils gehende Verticale FP die untere Ebene AE in einer Richtung durchschneidet, deren Neigungswinkel gegen die Normale auf AE nicht gröfser ist, als der Reibungswinkel φ_1, so widersteht diese Ebene dem Drucke des Keils in verticaler Richtung ganz allein, ohne dafs sich irgend eine Seitenpressung erzeugte, oder der Widerstand der Ebene BE in Anspruch genommen würde.

Ist Letzteres jedoch nicht der Fall, und ist mithin der Widerstand der Ebene BE zum Bestehen des Gleichgewichts nothwendig, so seien R_1F und R_2F die Richtungen, in welchen die beiden Ebenen resp. mit den Kräften R_1 und R_2 widerstehen. Nach dem Princip des kleinsten Widerstandes müssen die auf FP perpendicular stehenden Componenten von R_1 und R_2 die möglichkleinsten sein. Dieser Bedingung wird offenbar ein Genüge geleistet, wenn sich die Linien FR_1 und FR_2 gegen die Normalen aM und bN auf den Ebenen AE und BE unter den entsprechenden Reibungswinkeln neigen, so dafs $R_1aM = \varphi_1$ und $R_2Nb = \varphi_2$ ist.

Man findet bald, dafs in diesem Falle zwar die Richtungen und Gröfsen der Widerstände R_1 und R_2 vollkommen bestimmt sind, dafs jedoch die Lage

der Angriffspuncte a und b dieser beiden Kräfte zwischen gewissen, leicht zu erkennenden Grenzen unbestimmt bleibt.

Die vorstehende Untersuchung findet eine wichtige Anwendung bei der Bestimmung des Drucks einer Erdmasse gegen eine feste Wand BE. Es folgt daraus, dafs die hinter der Wand liegende Erdmasse, von welcher AE eine Durchschnittsfläche sein möge, gegen BE stets einen Druck ausüben wird, welcher unter dem Reibungswinkel φ_2 gegen die Normale bN der Wand geneigt ist. Es ist hierbei ganz gleichgültig, ob die Wandfläche BE vertical steht, oder nicht.

Zur Kategorie des eben behandelten Systems gehört auch der in (Fig. 7.) dargestellte Fall, wo ein schwerer hakenförmiger Körper ACB auf die festen Ebenen EA und EB gehängt ist.

Wenn die durch den Schwerpunct des Körpers gehende Verticale DP die Ebene AE in einer Richtung durchschneidet, deren Neigungswinkel gegen die Normale auf AE nicht gröfser ist, als der entsprechende Reibungswinkel φ_1, so widersteht diese Ebene dem Drucke des Körpers in verticaler Richtung PD.

Ist dies nicht der Fall, so findet man nach dem Princip des kleinsten Widerstandes die Richtungen der Widerstände R_1 und R_2 in den Linien Fa und Fb, welche von irgend einem Puncte F der Verticalen DP dergestalt gezogen sind, dafs sie sich gegen die Normalen auf AE und BE resp. unter den Reibungswinkeln φ_1 und φ_2 neigen. Hierbei bleiben die Angriffspuncte a und b der fraglichen Widerstände zwischen gewissen Grenzen variabel, ohne auf deren Richtungen und Gröfse Einflufs zu haben. Es ist dabei jedoch vorausgesetzt, dafs eine durch den Punct E mit bF parallel gezogene Linie EG die Verticale DP in einem höher liegenden Puncte durchschneide, als eine durch den Punct A mit aF parallel gezogene Linie AH. Fände diese Beziehung nicht Statt, und wäre demnach $D'P'$ die durch den Schwerpunct des Körpers gehende Verticale, in welcher der Durchschnittspunct G' mit der Linie EG *tiefer* liegt, als der Durchschnittspunct H' mit der Linie AH, so erhält man das nach dem Principe des kleinsten Widerstandes erforderliche Minimum, wenn man die Puncte A und E als Angriffspuncte und die Linien $H'A$ und $H'E$ als Richtungen der Widerstände R_1 und R_2 ansieht. Der Widerstand R_1 neigt sich alsdann unter dem Reibungswinkel φ_1 gegen die Normale auf AE, und der Widerstand R_2 hat gegen die Normale auf EB eine schwächere Neigung, als durch den Reibungswinkel φ_2 dargestellt wird.

Braunschweig im März 1848.

9.

Über die Beziehung zwischen dem Alter und dem Werth der Gebäude *).

(Von Herrn Dr. *E. Segnitz* zu Eldena.)

Bei meinen Vorlesungen über landwirthschaftliche Betriebslehre und Taxationen, an der Akademie Eldena, ist mir der Mangel einer allgemein gültigen Regel fühlbar geworden: *wie die Werthverminderung, welche Gebäude (und andre Theile des stehenden Capitals von längerer Dauer) mit fortschreitendem Alter erleiden, in Rechnung zu bringen seien;* wenigstens hat mich Das, was ich in den mir zu Gebote stehenden Quellen darüber gefunden, nicht befriedigt. Herr Geheime Ober-Finanzrath *Eytelwein* nimmt in seiner „Anleitung zur Ermittlung der Dauer und der Erhaltungskosten der Gebäude" Berlin 1831, Seite 12, jene Werthverminderung der seit Vollendung des Baues verflossenen Zeit proportional an. Dies ist allerdings die einfachste Voraussetzung, welche man dafür machen kann: es geht jedoch aus dem Zusammenhange deutlich genug hervor, dafs der hochgeehrte Verfasser obige Frage an dem angeführten Orte nur nebenbei berührt und sie daher wohl auch nicht erschöpft zu haben beansprucht. Die gewöhnlichen, auf eine Classification der Gebäude hinauslaufenden Taxationsprincipien, wie sie unter Andern für die Catastration der Gebäude zum Behufe der Brandversicherung im Königreich Sachsen vorgeschrieben sind (Man sehe: „Das Brandversicherungswesen in den sächsischen Erblanden"; Leipzig 1843, Seite 198 u. s. w.) mögen der Erfahrung entlehnt sein und eine für die Praxis ausreichende Genauigkeit gewähren, so lange der Kreis der Anwendung mit dem Kreise der Thatsachen, aus denen man jene Grundsätze abstrahirt hat, zusammenfällt: sie verlassen uns aber, sobald sich die Umstände nur ein wenig ändern. Ich habe daher geglaubt, einen andern, und zwar folgenden Weg einschlagen zu müssen.

---

*) Untersuchungen über diesen Gegenstand findet man unter andern auch im 4ten Bande Heft 2. S. 146 etc. und im 5ten Bande Heft 1. S. 9 etc. dieses Journals.
D. H.

Zuvörderst trenne ich den Werth des Grund und Bodens, als eines unzerstörbaren Gutes, gänzlich von dem Werthe des einer fortwährenden Abnutzung unterliegenden Gebäudes; dafür rechne ich aber auch die Bodenrente unter diejenigen Abzüge, welche von der Bruttorente eines Gebäudes zu machen sind, um dessen Nettorente zu finden. Ich habe nun:

A) einen vorläufigen Versuch gemacht, ob man zu brauchbaren Resultaten gelange, wenn man für die in Wirklichkeit veränderlichen, und zwar ohne Zweifel mit dem Alter des Gebäudes wachsenden jährlichen Erhaltungskosten einen *Mittelwerth* u derselben in Rechnung bringt. Nennt man zu diesem Behufe jene Bruttorente r, und z diejenige Gröfse, auf welche das Capital *Eins* durch die hinzukommenden Zinsen in einem Jahre anwächst, in der Weise, dafs für einen gegebenen Zinsfufs von p Procent,

$$z = 1 + \frac{p}{100}$$

ist, so entspricht der von dem Gebäude zu erwartenden Jahresrente $r - u$ ein Capitalwerth

$$c = \frac{r-u}{z-1}.$$

Soviel würde das fragliche Gebäude, gleichviel ob alt oder neu, in der That werth sein, wenn durch die Reparaturen sein ursprünglicher Zustand vollkommen wieder hergestellt würde. Es unterliegt aber, wie gesagt, trotz dieser Reparaturen einer immer fortschreitenden Abnutzung, welche nach einer gewissen Zeit einen Neubau nothwendig macht. Der Besitzer kann sich daher nur durch das Opfer eines periodisch wiederkehrenden Neubaues in dem dauernden Genufs der Rente $r - u$ erhalten; wogegen das dieselbe Rente gewährende Capital c, auf Zinsen ausgeliehen, weder eine Verminderung erleidet, noch ein solches Opfer erheischt. Es ist daher im Allgemeinen der Gebäudewerth $w < c$. Hat man auf dem Wege der Erfahrung gefunden, dafs ein solches Gebäude, wie das dem Taxator vorliegende, k Thaler neu zu bauen kostet, dafs es durchschnittlich i Jahre dauert und dafs zu der Zeit, wo man es abbricht, also i Jahre nach dem Neubau, aus dem noch brauchbaren Material b Thaler gelöset werden, so steht Demjenigen, welcher ein n Jahr altes Gebäude kauft, in $i - n$, $2i - n$, $3i - n$, ... Jahren die Ausgabe $k - b$ bevor; die entsprechenden Abzüge

$$\frac{k-b}{z^{i-n}},\quad \frac{k-b}{z^{2i-n}},\quad \frac{k-b}{z^{3i-n}},\quad \ldots.$$

von dem Capital c bilden eine Reihe, deren Summe für eine unendliche Anzahl Glieder

$$\frac{k-b}{z^{i-n}}:\left(1-\frac{1}{z^i}\right)=\frac{z^n}{z^i-1}(k-b)$$

ist; mithin ist unter obiger Voraussetzung constanter Erhaltungskosten der Werth eines n Jahr alten Gebäudes:

$$\text{I.}\quad w=\frac{r-u}{z-1}-\frac{z^n}{z^i-1}(k-b).$$

Diese Formel würde unmittelbar brauchbar sein, in allen Fällen, wo die Rente r bekannt, oder doch zu ermitteln ist, indem vorausgesetzt wird, dafs die übrigen darin enthaltenen Gröfsen entweder gegeben sind, oder durch eine sachverständige Schätzung festgestellt werden können. Bei *ländlichen* Gebäuden fehlt es aber in der Regel an einem Anhaltspuncte zur Bestimmung der Rente r, da Vermiethungen auf dem Lande überhaupt selten sind und in Bezug auf Scheunen, Ställe und andre Wirthschaftsgebäude in der Umgegend vielleicht gar nicht vorkommen, also auch nicht zur Ausscheidung der Gebäuderente von der Gutsrente überhaupt benutzt werden können. Man mufs mithin die Gröfse r zu eliminiren suchen. Hierzu dient *der national-ökonomische Satz, dafs die Concurrenz fortwährend strebt, die Preise, den Tauschwerth der Güter, ihren Productionskosten gleich zu machen und bei ungehindertem Verkehr nicht leicht bedeutende Schwankungen der Preise um ihre durch die Productionskosten bezeichnete Gleichgewichtslage gestattet.* Dabei werden stillschweigend *neue* Güter (d. h. $n=0$) vorausgesetzt; die Productionskosten sind im obigen Falle die Neubaukosten k. Setzt man demnach in der Gleichung (I.) $w=k$ und $n=0$, so erhält man

$$k=\frac{r-u}{z-1}-\frac{k-b}{z^i-1}:$$

eine Formel, welche, beiläufig gesagt, benutzt werden kann, um zu beurtheilen, ob das auf einen Neubau verwendete Capital vortheilhaft angelegt sei; dies wird nämlich nur dann der Fall sein, wenn die durchschnittliche Nettorente

$$\text{II.}\quad r-u\geqq(z-1)k+\frac{z-1}{z^i-1}(k-b)\ \text{ist.}$$

Führt man aber den dem Gleichheitszeichen entsprechenden Werth von $r-u$ in die Gleichung (I.) ein, so findet sich für den gesuchten Gebäudewerth:

$$\text{III.}\quad w=k-\frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b),$$

oder auch

$$w = b + \frac{z^i - z^n}{z^i - 1}(k - b).$$

Aus beiden Formeln ergiebt sich nicht nur, wie es das obige Rechnungsverfahren nothwendig mit sich bringt, für den Anfang der Periode von einem Neubau zum andern, oder für $n = 0$, der Gebäudewerth w gleich den Neubaukosten k, sondern auch für das Ende der Periode, oder für $n = i$, gleich dem Werthe b des beim Abbruch noch vorhandenen brauchbaren Materials.

Es wäre ungereimt, anzunehmen, dafs sich der Werth eines Gebäudes nur sprungweise von Jahr zu Jahr, nicht stetig ändere. Läfst man daher (was nöthigenfalls leicht gerechtfertigt werden könnte) die gefundene Formel (III.) auch für gebrochene Werthe von n gelten, so kann sie als die Gleichung einer Curve angesehen werden, welche das Gesetz der Werth-Abnahme graphisch darstellt. Man sieht leicht, dafs diese Curve eine sogenannte Logistik oder logarithmische Linie ist; denn durch Verlegung des Anfangspuncts der (rechtwinkligen) Coordinaten, so dafs die neuen Coordinaten

$$x = n + \frac{\log(k-b) - \log(z^i - 1}{\log z} \quad \text{und} \quad y = k + \frac{k-b}{z^i - 1} - w$$

werden, verwandelt sich die Gleichung der Curve in

$$\log y = x \log z,$$

oder, wenn man die Logarithmen desjenigen Systems, in welchem z die Basis ist, durch Log bezeichnet, in

$$\operatorname{Log} y = x;$$

und dies bekanntlich die Gleichung der logarithmischen Linie in ihrer einfachsten Gestalt.

Mit unter kommt auch der *mittlere Werth* eines Gebäudes für eine gegebene Altersperiode, etwa vor Vollendung des $n_{,}$ten, bis zu Vollendung des $n_{,,}$ten Jahres, in Frage. Dieser mittlere Werth W wird in den meisten Fällen mit Hülfe der so eben betrachteten Curve, und zwar unter Beibehaltung des ersten Coordinaten-Ursprunges, ausgedrückt werden durch die Höhe eines Rechtecks auf der Grundlinie $n_{,,} - n_{,}$ und an Flächen-Inhalt gleich der Figur, welche von derselben Differenz der Abscissen, den entsprechenden Ordinaten und dem zwischen letzteren liegenden Theile der Curve eingeschlossen ist: Es ist also

$$W = \frac{1}{n_{,,} - n_{,}} \int_{n_{,}}^{n_{,,}} w\,dn,$$

oder, wenn man für w den gefundenen Werth substituirt und die angedeutete Integration ausführt:

$$\text{IV.} \quad W = k - \left[\frac{l}{lz} \cdot \frac{z^{n_{\prime\prime}} - z^{n_{\prime}}}{n_{\prime\prime} - n_{\prime}} - 1\right] \frac{k-b}{z^i - 1};$$

wo lz den natürlichen Logarithmus von z bezeichnet. Setzt man in dieser Formel $n_{\prime\prime} = i$ und $n_{\prime} = 0$, so ergiebt sich für *den mitlern Werth des Gebäudes, für die ganze Dauer desselben:*

$$\text{V.} \quad W' = k - \left[\frac{1}{i . lz} - \frac{1}{z^i - 1}\right](k - b).$$

Die entsprechende Rente

$$R = (z - 1) W'$$

würde meiner Ansicht nach unter Andern einem rationellen und consequent durchgeführten Besteuerungssystem der *Gebäude* zu Grunde zu legen sein; und zwar aus folgenden Ursachen. Von der Rente

$$r - u = (z - 1)k + \frac{z-1}{z^i - 1}(k - b)$$

kann der Besitzer eigentlich nur den Theil $(z - 1)k$ zu seinem Nutzen verwenden; den Rest oder den Theil

$$\frac{z-1}{z^i - 1}(k - b)$$

dagegen mufs er jedes Jahr zurück- und zinsentragend anlegen, um sich nach i Jahren im Besitz des zum Neubau nöthigen Capitals $k - b$ zu sehen. Geschieht dies regelmäfsig und gleich vom Beginn der $i$jährigen Periode an, so wird dieses Capital nach n Jahren auf

$$\frac{z^n - 1}{z^i - 1}(k - b)$$

angewachsen sein, also stets die Ergänzung des Gebäudewerths w zu den Neubaukosten k bilden. Es könnte nun beim ersten Anblick scheinen, als fände dieser Umstand seine vollständige Berücksichtigung, wenn man denjenigen Theil der Rente, welchen der Hausbesitzer zu dem angedeuteten Zwecke zurücklegen soll, ganz aufser Rechnung liefse und nur die Rente $(z - 1)k$ zur Steuer herbeizöge. Dies würde allerdings richtig sein, wenn er den ersteren Theil in einer *unbesteuerten* Unternehmung nutzbringend anlegen könnte; da aber bei einer vollkommeneren Vertheilung der Staatslasten jedes Gewerbe gleichmäfsig besteuert sein soll, so würde der Hausbesitzer auf diese Weise doppelt getroffen werden. Wir müssen uns also gleichsam mit jedem Gebäude

eine Gewerbe-Unternehmung verbunden vorstellen, welche weiter keinen Zweck hat, als die periodisch wiederkehrenden Neubaukosten zu liefern; beide zusammen werfen die Rente $(z-1)k$ ab, über welche der Besitzer beliebig verfügen kann. Das Gewerbe trägt bereits seine Steuern: das Gebäude würde mithin überbürdet werden, wenn man dasselbe nach Verhältnifs der vollen Rente $(z-1)k$ herbeiziehen wollte.

Gegen vorstehende Deductionen lassen sich aber noch verschiedene andre, mehr oder weniger begründete *Einwürfe* machen, und zwar:

1. Dafs wir *Zinseszinsen* berechnet haben, welche von den meisten Gesetzgebungen verpönt sind. Ich würde diesen Punct mit Stillschweigen übergangen haben, da er in der Wissenschaft für vollkommen erledigt zu erachten ist, wenn ich nicht aus Erfahrung wüfste, dafs bei den practischen Geschäftsmännern hierüber noch manche Vorurtheile herrschen, und es ist mir in der That von einem Sachverständigen, dem ich meine Ideen in Beziehung auf den vorliegenden Gegenstand mittheilte, obiger Einwand gemacht worden. Derselbe beruht aber ohne Zweifel auf einem Mifsverständnifs. Abgesehen davon, dafs dergleichen gesetzliche Beschränkungen in der Forderung von Zinsen, welche von jeher vielfältig vorgekommen sind, zum gröfsten Theile als sehr unzweckmäfsig bezeichnet werden müssen, scheint man nicht zu beachten, dafs jenes Verbot nur eine *Ausnahme-Bestimmung* zu Gunsten eines Schuldners enthält, welcher muthmaafslich durch unverschuldete Unglücksfälle an der regelmäfsigen Abtragung der Zinsen gehindert worden ist, während sich bei allen Speculationen und auf einen längern Zeitraum sich erstreckenden Vorausberechnungen vernünftigerweise nur Zinseszinsen in Ansatz bringen lassen und in Wirklichkeit stets in Ansatz gebracht werden; wie es aus folgendem einfachen Beispiele klar hervorgeht. Wenn Jemand bei einem durch die Verkehrsverhältnisse festgestellten Zinsfufs von 4 Procent für ein Grundstück, welches 40 Thaler jährlichen Rein-Ertrag abwirft, einen Kaufpreis von 1000 Thalern bezahlt, so legt er seiner Rechnung nicht einfache, sondern Zinseszinsen zu Grunde, denn der nach der letzteren Methode berechnete gegenwärtige Werth aller von dem Grundstück bis in die späteste Zukunft zu erwartenden Renten wird durch die unendliche Reihe

$$40\left[\frac{1}{1{,}04}+\frac{1}{(1{,}04)^2}+\frac{1}{(1{,}04)^3}+\cdots\right]$$

ausgedrückt, deren Summe

$$\frac{40}{1{,}04}:\left(1-\frac{1}{1{,}04}\right)=1000 \text{ ist.}$$

Auf dieselbe Weise berechnet der Staat selbst bei den sogenannten *Expropriationen* die Entschädigungen für den zu gemeinnützigen Zwecken abgetretenen Grund und Boden. Wollte der Staat den bisherigen Besitzer eines solchen Grundstückes für alle von demselben zu erwartenden Renten unter Zugrundelegung einfacher Zinsen entschädigen, so würde er in obigem Falle

$$40\left[\frac{1}{1{,}04}+\frac{1}{1{,}08}+\frac{1}{1{,}12}+\cdots\right]$$

Thaler, das ist eine im strengsten Sinne des Worts unerschwingliche, nemlich eine unendlich grofse Summe zu zahlen haben; durch den Zuschlag von gewissen Procenten, welche man bei Expropriationen wohl gewährt, kann also die Differenz in den Resultaten beider Berechnungs-Arten unmöglich ausgeglichen werden. Und so liefsen sich noch viele Beispiele zur Bestätigung der Behauptung anführen, dafs nur die Zinseszinsrechnung ein System von Resultaten liefert, welche nicht in gegenseitigem Widerspruche stehen. Sie schliefst als die allgemeinere Regel auch die einfache Zinsrechnung in sich, deren Gültigkeit sich jedoch lediglich auf den speciellen Fall beschränkt, wo die Periode, um welche es sich handelt, gerade ein Jahr beträgt.

2. Das Alter eines Gebäudes ist mitunter unbekannt; auch der Zustand desselben entspricht bisweilen seinem Alter nicht, je nachdem es ungewöhnlich gut oder schlecht erhalten ist. In beiden Fällen hat der Taxator schätzungsweise die Anzahl Jahre m anzuschlagen, welche das Gebäude voraussichtlich noch in einem Zustande bleiben dürfte, dafs es nicht vortheilhafter ist, dasselbe abzutragen und neu aufzubauen, als weitere Reparaturkosten daran zu wenden. Dann berechnet er n mit Hülfe der Gleichung $m+n=i$ und führt den so gefundenen Werth in die obigen Formeln ein, unbekümmert ob n das wahre Alter des Gebäudes ausdrücke, oder nicht.

3. Wir haben die Zeit, welche der Neubau in Anspruch nimmt, nicht berücksichtigt. Um diese Zeit verlängert sich die Periode von einem Neubau zum andern; was aber offenbar von keinem Belange ist, wenn man den Grad von Genauigkeit in Betracht zieht, mit welcher die Anzahl Jahre i geschätzt werden kann. Während des Bauens fällt aber auch die Rente oder Benutzung weg, und wenn man es für nöthig hält, kann dieser Umstand dadurch berücksichtigt werden, dafs man zu den eigentlichen Baukosten noch die Zinsen derselben für die Zeit, welche der Bau in Anspruch nimmt, hinzuschlägt. Wenn also von dem Abbruch des alten Gebäudes bis zur Vollendung des neuen, oder bis zu der Zeit, wo letzteres seiner Benutzung wieder übergeben wird, ein

Jahr vergeht, so ist in obigen Formeln zk statt k zu schreiben, oder anzunehmen, dafs jene Zinsen in diesem k schon enthalten seien. Man gelangt in der That sogar genau zu diesem Resultate, wenn man annimmt, dafs die Rente jedes Jahres immer zu Ende desselben in unzertrennter Summe eingehe, das Baucapital aber stets zu Anfang des Baujahres bereit liegen, oder, was dasselbe ist, zu Ende des vorhergehenden Jahres liquid gemacht werden mufs. Es ist nämlich unter diesen Voraussetzungen der gegenwärtige Werth der in

1 Jahre von einem n Jahr alten Gebäude zu erwartenden Rente gleich $\frac{r-u}{z}$,

2 Jahren - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^2}$,

3 - - - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^3}$,

. . . .

$(1-n)$ - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^{i-n}}-\frac{k-b}{z^{i-n}}$,

$(i-n+1)$ - - - - - - - - - - - - - - 0,

$(i-n+2)$ - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^{i-n+2}}$,

$(i-n+3)$ - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^{i-n+3}}$,

. . . .

$(2i-n+1)$ - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^{2i-n+1}}-\frac{k-b}{z^{2i-n+1}}$,

$(2i-n+2)$ - - - - - - - - - - - - - - 0,

$(2i-n+3)$ - - - - - - - - - - - - - - $\frac{r-u}{z^{2i-n+3}}$

u. s. f. Die Summe dieser unendlichen Reihe ist:

$$W=\left[\frac{1}{z-1}-\frac{z^n}{z^{i+1}-1}\right](r-u)-\frac{z^{n+1}}{z^{i+1}-1}(k-b).$$

Nun kann der Käufer für ein so eben vollendetes Gebäude ($n=0$) aufser den eigentlichen Baukosten k unbedenklich auch noch die einjährigen Zinsen derselben bezahlen: denn wenn er statt dessen das bereitliegende Geld dazu verwendet, sich selbst ein solches zu bauen, so tritt, der Voraussetzung zufolge, die Benutzung ein Jahr später ein. Es ist mithin

$$zk=\left[\frac{1}{z-1}-\frac{1}{z^{i+1}-1}\right](r-u)-\frac{z}{z^{i+1}-1}(k-b).$$

Daraus ergiebt sich

$$r-u = (z-1)zk + \frac{z-1}{z^i-1}(zk-b)$$

und wenn man diesen Werth in den vorhergehenden Ausdruck statt w einführt:

$$w = zk - \frac{z^n-1}{z^i-1}(zk-b):$$

eine Gleichung, welche sich von der weiter oben unter (III.) aufgestellten dadurch unterscheidet, dafs hier zk wo dort k steht. Wir wollen demungeachtet in dem Folgenden, wie bisher, einfach k schreiben, bemerken aber ausdrücklich, dafs streng genommen auch die erwähnten Zinsen mit darunter begriffen werden müssen.

4. Der erheblichste Einwand bleibt immer, dafs wir die Erhaltungskosten als constant angenommen haben, während sie in der Zeit von einem Neubau zum andern erfahrungsmäfsig wachsen; was eben den Grund abgiebt, dafs man sich endlich zu einem Neubau entschliefst. Es scheint wirklich die Formel (III.) namentlich für den mittleren Theil der Periode zu grofse Werthe zu geben, wenn man sie mit den gewöhnlichen (freilich unter sich nicht ganz übereinstimmenden) Annahmen der Bauverständigen vergleicht. Setzt man z. B. die Neubaukosten (mit Einschlufs der Zinsen für das Baujahr) $k = 1000$ Thaler, die ganze Dauer $i = 100$ Jahre und den Werth des am Ende dieser Periode noch vorhandenen brauchbaren Materials $b = 50$ Thaler, so hat man den fraglichen Gebäudewerth w

für n	und einen Zinsfufs von			
gleich	3 p. c.	4 p. c.	5 p. c.	6 p. c.
0	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00
10	982,07	990,78	995,42	997,78
20	957,97	977,14	987,97	993,80
30	925,58	956,95	975,82	986,68
40	882,05	927,06	956,03	973,92
50	823,55	882,81	923,80	951,08
60	744,93	817,32	871;30	910,17
70	639,27	720,37	785,79	836,91
80	497,28	576,86	646,49	705,72
90	306,46	364,44	419,59	470,76
100	50,00	50,00	50,00	50,00

Man sieht zugleich aus dieser Zusammenstellung, welchen bedeutenden Unterschied es macht, ob man den einen oder den andern Zinsfufs zu Grunde legt. Rücksichtlich der Veränderlichkeit der Erhaltungskosten wird man sich der Wahrheit nähern, wenn man gröfsere Reparaturen, wie z. B. die Umdeckung eines ganzen Daches, nicht als solche, sondern als Wiederherstellung eines Gebäudetheils ansieht und die Rechnung für jeden Hapttheil des zu taxirenden Gebäudes (als Grund, Oberbau, Bedachung) besonders anstellt. Dem gröfsten Mangel wird jedoch hierdurch nur zum Theil abgeholfen *und es bleibt daher nichts anderes übrig, als etwas von der Einfachheit der Formel aufzuopfern, um ihr die nöthige Annäherung an die Wirklichkeit zu verschaffen.* Hierbei tritt uns freilich der Übelstand entgegen, dafs keine Hoffnung da ist, das Gesetz, nach welchem die Erhaltungskosten eines Gebäudes mit seinem Alter wachsen, *a priori* zu finden; vielmehr kann dasselbe lediglich auf empirischen Wege und, wie sich von selbst versteht, nur annähernd aufgestellt werden. Da es dem Verfasser an den hiezu nöthigen Unterlagen gebricht, so mufs er sich begnügen:

B. die Erhaltungskosten im $n$ten Jahre unter der allgemeinen Bezeichnung $\varphi(n)$ in Rechnung zu bringen und die Frage nach der Form dieser Function vor der Hand offen zu lassen. Der Jetztwerth der bis zu dem ersten Neubau aufzuwendenden Erhaltungskosten:

$$\frac{\varphi(n+1)}{z}+\frac{\varphi(n+2)}{z^2}+\frac{\varphi(n+3)}{z^3}+\dots+\frac{\varphi(i)}{z^{i-n}}$$

wird ebenfalls eine Function des gegenwärtigen Alters sein, die wir durch $F'(n)$ bezeichnen wollen, so wie den Jetztwerth der Reparaturkosten in den n darauf folgenden Jahren

$$\frac{\varphi(1)}{z^{i-n+1}}+\frac{\varphi(2)}{z^{i-n+2}}+\frac{\varphi(3)}{z^{i-n+3}}+\dots+\frac{\varphi(n)}{z^i},$$

durch $F''(n)$. Setzt man nun

$$F'(n)+F''(n) = F(n),$$

so findet sich, indem sich von da ab dieselben Erhaltungkosten in einer Periode von i Jahren immer wiederholen:

$$\text{I.}\quad w = \frac{r}{z-1}-\frac{z^n}{z^i-1}(k-b)-\frac{z^i}{z^i-1}\cdot F(n)$$

und hieraus, durch Anwendung derselben Schlüsse wie früher,

$$\text{II.}\quad \frac{r}{z-1} = k+\frac{k-b}{z^i-1}+\frac{z^i}{z^i-1}F(0);$$

wo durch $F(0)$ diejenige Gröfse ausgedrückt werden soll, in welche sich $F(n)$ verwandelt, wenn man $n=0$ setzt. Ferner:

$$\text{III.} \quad w = k - \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{z^i}{z^i-1}[F(n)-F(0)].$$

C. Nimmt man z. B. an, dafs die jährlichen Erhaltungskosten in der Zeit von einem Neubau zum andern eine *geometrische Reihe* $u, ua, ua^2, ua^3, \ldots\ldots ua^{i-1}$ bilden, so ist $\varphi(n) = ua^{n-1}$; ferner:

$$F'(n) = \frac{a^n z^i - z^n a^i}{z^i(z-a)} \cdot u,$$

$$F''(n) = \frac{z^n - a^n}{z^i(z-a)} \cdot u,$$

mithin

$$\text{I.} \quad w = \frac{r}{z-1} - \frac{z^n}{z^i-1}(k-b) - \frac{a^n(z^i-1) - z^n(a^i-1)}{(z^i-1)(z-a)} \cdot u,$$

$$\text{II.} \quad \frac{r}{z-1} = k + \frac{k-b}{z^i-1} + \frac{z^i - a^i}{(z^i-1)(z-a)} \cdot u,$$

$$\text{III.} \quad w = k - \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{(a^n-1)(z^i-1) - (z^n-1)(a^i-1)}{(z^i-1)(z-a)} \cdot u.$$

Als mittleren Gebäudewerth für die Altersperiode von $n_{\prime}$ bis zu $n_{\prime\prime}$ Jahren findet sich:

$$\text{IV.} \quad W = k - Z \cdot \frac{k-b}{z^i-1} - \left[A - \frac{a^i-1}{z^i-1} \cdot Z\right] \frac{u}{z-a},$$

wo

$$A = \frac{1}{la} \cdot \frac{a^{n_{\prime\prime}} - a^{n_{\prime}}}{n_{\prime\prime} - n_{\prime}} - 1,$$

$$Z = \frac{1}{lz} \cdot \frac{z^{n_{\prime\prime}} - z^{n_{\prime}}}{n_{\prime\prime} - n_{\prime}} - 1$$

und für den mittleren Werth für die ganze Bauperiode von i Jahren:

$$\text{V.} \quad W' = k - \left[\frac{1}{ilz} - \frac{1}{z^i-1}\right](k-b) - \left[\frac{a^i-1}{i}\left(\frac{1}{la} - \frac{1}{lz}\right) - \frac{z^i - a^i}{z^i-1}\right] \frac{u}{z-a}.$$

In dem besondern Falle, wo $z=a$ ist, nimmt in vorstehenden Formeln der Factor von u die unbestimmte Form $\frac{0}{0}$ an und man findet mittels des bekannten Verfahrens, dafs für diesen Fall:

$$\text{I*.} \quad w = \frac{r}{z-1} - \frac{z^n}{z^i-1}(k-b) - \frac{iz^i z^n - nz^n(z^i-1)}{z^i-1} \cdot \frac{u}{z},$$

$$\text{II*.} \quad \frac{r}{z-1} = k + \frac{k-b}{z^i-1} + \frac{iz^i}{z^i-1} \cdot \frac{u}{z},$$

$$\text{III*.} \quad w = k - \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{iz^i(z^n-1) - nz^n(z^i-1)}{z^i-1} \cdot \frac{u}{z},$$

$$\text{IV}^*.\quad W = k - Z\cdot\frac{k-b}{z^i-1} - \left[\frac{iz^i}{z^i-1}\cdot Z - \frac{n_{\prime\prime}z^{n_{\prime\prime}} - n_\prime z^{n_\prime}}{(n_{\prime\prime}-n)lz} + \frac{z^{n_{\prime\prime}} - z^{n_\prime}}{(n_{\prime\prime}-n_\prime)(lz)^2}\right]\frac{u}{z},$$

$$\text{V}^*.\quad W' = k - \left[\frac{1}{ilz} - \frac{1}{2^i-1}\right](k-b) - \left[\frac{z^i-1}{i(lz)^2} - \frac{iz^i}{z^i-1}\right]\frac{u}{z} \text{ ist.}$$

Wäre z. B. $k=1000$; $b=50$; $z=1,04$; $u=5$; $a=1,02$ und $i=100$, so würde sich ergeben, für

$n=$	0,	der gesuchte	Gebäudewerth			$w=$	1000,00,
-	10,	-	-	-	-	-	951,18,
-	20,	-	-	-	-	-	893,22,
-	30,	-	-	-	-	-	824,85,
-	40,	-	-	-	-	-	744,92,
-	50,	-	-	-	-	-	652,50,
-	60,	-	-	-	-	-	547,27,
-	70,	-	-	-	-	-	430,00,
-	80,	-	-	-	-	-	303,35,
-	90,	-	-	-	-	-	173,10,
-	100,	-	-	-	-	-	50,00.

D. Für die Gröfsen $F'(n)$ und $F''(n)$ lassen sich noch verschiedene andre Ausdrücke aufstellen, unter welchen man, je nach der Bequemlichkeit der Rechnung, die sie bei der gerade vorliegenden Function von n darbieten, beliebig wählen kann. Führt man der Kürze wegen folgende Bezeichnungen ein:

$$\varphi(n+1) - \varphi(n) = \Delta\varphi(n),$$
$$\Delta\varphi(n+1) - \Delta\varphi(n) = \Delta^2\varphi(n),$$
$$\Delta^2\varphi(n+1) - \Delta^2\varphi(n) = \Delta^3\varphi(n)$$

u. s. f., so wird die Summe der Reihe:

$$\frac{\varphi(n+1)}{z} + \frac{\varphi(n+2)}{z^2} + \frac{\varphi(n+3)}{z^3} + \ldots + \frac{\varphi(i)}{z^{i-n}},$$

oder:

$$\text{I.}\quad F'(n) = \frac{\varphi(n)z^i - \varphi(i)z^n}{z^i(z-1)} + z\cdot\frac{\Delta\varphi(n-1)z^i - \Delta\varphi(i-1)z^n}{z^i(z-1)^2}$$
$$+ z^2\cdot\frac{\Delta^2\varphi(n-2)z^i - \Delta^2\varphi(i-2)z^n}{z^i(z-1)^3} + z^3\frac{\Delta^3\varphi(n-3)z^i - \Delta^3\varphi(i-3)z^n}{z^i(z-1)^4}$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

Ferner die Summe der Reihe:

$$\frac{\varphi(1)}{z^{i-n+1}} + \frac{\varphi(2)}{z^{i-n+2}} + \frac{\varphi(3)}{z^{i-n+3}} + \ldots + \frac{\varphi(n)}{z^i},$$

oder:

$$\text{II.}\quad F'''(n) = \frac{\varphi(0)z^n - \varphi(n)}{z^i(z-1)} + z\cdot\frac{\Delta\varphi(-1)z^n - \Delta\varphi(n-1)}{z^i(z-1)^2}$$
$$+ z^2\cdot\frac{\Delta^2\varphi(-2)z^n - \Delta^2\varphi(n-2)}{z^i(z-1)^3} + z^3\cdot\frac{\Delta^3\varphi(-3)z^n - \Delta^3\varphi(z-3)}{z^i(z-1)^4}$$
$$+ \ldots\ldots\ldots,$$

mithin der gesuchte Gebäudewerth:

$$\text{III.}\quad w = k - \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{[\varphi(n)-\varphi(0)](z^i-1)-[\varphi(i)-\varphi(0)](z^n-1)}{(z^i-1)(z-1)}$$
$$- z\cdot\frac{[\Delta\varphi(n-1)-\Delta\varphi(-1)](z^i-1)-[\Delta\varphi(i-1)-\Delta\varphi(-1)](z^n-1)}{(z^i-1)(z-1)^2}$$
$$- z^2\cdot\frac{[\Delta^2\varphi(n-2)-\Delta^2\varphi(-2)](z^i-1)-[\Delta^2\varphi(i-2)-\Delta^2\varphi(-2)](z^n-1)}{(z^i-1)(z-1)^3}$$
$$- z^3\cdot\frac{[\Delta^3\varphi(n-3)-\Delta^3\varphi(-3)](z^i-1)-[\Delta^3\varphi(i-3)-\Delta^3\varphi(-3)](z^n-1)}{(z^i-1)(z-1)^4}$$
$$- \ldots\ldots\ldots$$

Für den Fall, wo die Erhaltungskosten eine geometrische Reihe bilden, d. h. $\varphi(n) = ua^{n-1}$ ist, hat man:

$$\varphi(n)-\varphi(0) = \frac{a^n-1}{a}\cdot u,$$
$$\Delta\varphi(n-1) - \Delta\varphi(-1) = \frac{a^n-1}{a}\cdot u\cdot\frac{a-1}{a},$$
$$\Delta^2\varphi(n-2) - \Delta^2\varphi(-2) = \frac{a^n-1}{a}\cdot u\cdot\left(\frac{a-1}{a}\right)^2,$$
$$\Delta^3\varphi(n-3) - \Delta^3\varphi(-3) = \frac{a^n-1}{a}\cdot u\cdot\left(\frac{a-1}{a}\right)^3,$$
$$\ldots\ldots\ldots$$

Nun ist die Summe der unendlichen Reihe:

$$\frac{a^n-1}{a(z-1)}\left[1+\frac{z}{z-1}\cdot\frac{a-1}{a}+\left(\frac{z}{z-1}\cdot\frac{a-1}{a}\right)^2+\left(\frac{z}{z-1}\cdot\frac{a-1}{a}\right)^3+\cdots\right] = \frac{a^n-1}{z-a}$$

(vorausgesetzt dafs $z > a$ ist; im entgegengesetzten Falle führt die Formel *D*, III. auf *divergente* Reihen und wird in Folge dessen unbrauchbar); folglich, wenn man, um auch denz weiten Theil obiges Ausdrucks zu erhalten, n mit i vertauscht, wie früher:

$$w = k - \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{(a^n-1)(z^i-1)-(a^i-1)(z^n-1)}{(z^i-1)(z-a)}\cdot u.$$

E. Wenn die jährlichen Erhaltungskosten eine *arithmetische Reihe* beliebiger Ordnung bilden, oder auch nur näherungsweise durch eine sogenannte

ganze rationale Function des Alters ausgedrückt werden, d. h. wenn

$$\varphi(n) = u + \alpha n + \beta n^2 + \gamma n^3 + \delta n^4 + \cdots + \xi n^x$$

gesetzt werden kann, ist es am bequemsten, sich derjenigen Formeln zu bedienen, welche sich mit Hülfe des *Maclaurin*'schen Lehrsatzes ergeben. Setzt man nämlich:

$$\frac{\partial\varphi(n)}{\partial n} = \varphi'(n); \quad \frac{\partial^2\varphi(n)}{\partial n^2} = \varphi''(n); \quad \frac{\partial^3\varphi(n)}{\partial n^3} = \varphi'''(n); \quad \ldots.$$

und

$$1.2.3\ldots.x = x!$$

so wird:

$$\begin{aligned}
F'(n) = {} & \frac{z^i - z^n}{z-1}\cdot\frac{\varphi(0)}{z^i} \\
& + \left[\frac{nz^i - iz^n}{z-1} + z\cdot\frac{z^i - z^n}{(z-1)^2}\right]\frac{\varphi'(0)}{z^i} \\
& + \left[\frac{n^2z^i - i^2z^n}{z-1} + z\cdot\frac{(2n-1)z^i - (2i-1)z^n}{(z-1)^2} + z^2\cdot\frac{2z^i - 2z^n}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\varphi''(0)}{z^i} \\
& + \left[\frac{n^3z^i - i^3z^n}{z-1} + z\cdot\frac{(3n^2-3n+1)z^i - (3i^2-3i+1)z^n}{(z-1)^2}\right. \\
& \qquad \left. + z^2\cdot\frac{6(n-1)z^i - 6(i-1)z^n}{(z-1)^3} + z^3\cdot\frac{6z^i - 6z^n}{(z-1)^4}\right]\tfrac{1}{6}\frac{\varphi'''(0)}{z^i} \\
& + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
& + \left[\frac{n^xz^i - i^xz^n}{z-1} + z\cdot\frac{z^i\varDelta(n-1)^x - 2^n\varDelta(i-1)^x}{(z-1)^2} + z^2\cdot\frac{z^i\varDelta^2(n-2)^x - z^n\varDelta^2(i-2)^x}{(z-1)^3}\right. \\
& \qquad \left. + z^3\cdot\frac{z^i\varDelta^3(n-3)^x - z^n\varDelta^3(1-3)^x}{(z-1)^4} + \cdots + z^x\cdot\frac{x!z^i - x!z^n}{(z-1)^{n+1}}\right]\frac{1}{x!}\frac{\varphi^x(0)}{z^i}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
F''(u) = {} & \frac{z^n-1}{z-1}\cdot\frac{\varphi(0)}{z^i} + \left[-\frac{n}{z-1} + z\cdot\frac{z^n-1}{(z-1)^2}\right]\frac{\varphi'(0)}{z^i} \\
& + \left[-\frac{n^2}{z-1} - z\cdot\frac{2n-1+z^n}{(z-1)^2} + z^2\cdot\frac{2(z^n-1)}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\varphi''(0)}{z^i} \\
& + \left[-\frac{n^3}{z-1} - z^3\cdot\frac{n^2-3n+1-z^n}{(z-1)^2} - z^2\cdot\frac{6(n-1)+6z^n}{(z-1)^3}\right. \\
& \qquad \left. + z^3\cdot\frac{6(z^n-1)}{(z-1)^4}\right]\tfrac{1}{6}\frac{\varphi'''(0)}{z^i} \\
& + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
& + \left[-\frac{n^x}{z-1} - z\cdot\frac{\varDelta(n-1)^x - z^n\varDelta(-1)^x}{(z-1)^2} - z^2\cdot\frac{\varDelta^2(n-2)^x - z^n\varDelta^2(-2)^x}{(z-1)^3}\right. \\
& \qquad \left. - z^3\cdot\frac{\varDelta^3(n-3)^x - z^n\varDelta^3(-3)^x}{(z-1)^4} - \cdots + z^x\cdot\frac{x!(z^n-1)}{(z-1)^{x+1}}\right]\frac{1}{x!}\frac{\varphi^x(0)}{z^i}.
\end{aligned}$$

Mithin:

$$\text{I.}\quad \left\{\begin{aligned}
w = {} & \frac{r-\varphi(0)}{z-1} - \frac{z^n}{z^i-1}(k-b) - \left[\frac{n(z^i-1)-iz^n}{(z^i-1)(z-1)} + \frac{z}{(z-1)^2}\right]\varphi'(0) \\
& - \left[\frac{n^2(z^i-1)-i^2z^n}{(z^i-1)(z-1)} + z\cdot\frac{(2n-1)(z^i-1)-2iz^n}{(z^i-1)(z-1)^2} + \frac{2z^2}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{2}\varphi''(0) \\
& - \left[\frac{n^3(z^i-1)-i^3z^n}{(z^i-1)(z-1)} + z\cdot\frac{(3n^2-3n+1)(z^i-1)-(3i^2-3i)z^n}{(z^i-1)(z-1)^2}\right. \\
& \qquad \left. + z^2\cdot\frac{6(n-1)(z^i-1)-6iz^n}{(z^i-1)(z-1)^3} + \frac{6z^3}{(z-1)^4}\right]\tfrac{1}{6}\varphi'''(0) \\
& - \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
& - \left[\frac{n^x(z^i-1)-i^xz^n}{(z^i-1)(z-1)} + z\cdot\frac{(z^i-1)\Delta(n-1)^x - z^n[\Delta(i-1)^x-\Delta(-1)^x]}{(z^i-1)(z-1)^2}\right. \\
& \left. + z^2\cdot\frac{(z^i-1)\Delta^2(n-2)^x - z^n[\Delta^2(i-2)^x-\Delta^2(-2)^x]}{(z^i-1)(z-1)^3} + \cdots + \frac{x!z^x}{(z-1)^{x-1}}\right]\frac{1}{x!}\varphi^x(0).
\end{aligned}\right.$$

Ferner ist:

$$\begin{aligned}
F'(0) = {} & \frac{z^i-1}{z-1}\cdot\frac{\varphi(0)}{z^i} + \left[-\frac{i}{z-1} + z\cdot\frac{z^i-1}{(z-1)^2}\right]\frac{\varphi'(0)}{z^i} \\
& + \left[-\frac{i^2}{z-1} - z\cdot\frac{z^i+2i-1}{(z-1)^2} + z^2\cdot\frac{2(z^i-1)}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{2}\frac{\varphi''(0)}{z^i} + \\
& + \left[-\frac{i^3}{z-1} + z\cdot\frac{z^i-(3i^2-3i+1)}{(z-1)^2} - z^2\cdot\frac{6z^i+6(i-1)}{(z-1)^3} + z^3\cdot\frac{6(z^i-1)}{(z-1)^4}\right]\tfrac{1}{6}\frac{\varphi'''(0)}{z^i} \\
& + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
& + \left[-\frac{i^x}{z-1} + z\cdot\frac{z^i\Delta(-1)^x-\Delta(i-1)^x}{(z-1)^2} + z^2\cdot\frac{z^i\Delta^2(-2)^x-\Delta^2(i-2)^x}{(z-1)^3}\right. \\
& \qquad \left. + z^3\cdot\frac{z^i\Delta^3(-3)^x-\Delta^3(i-3)^x}{(z-1)^4} + \cdots + z^x\cdot\frac{x!(z^i-1)}{(z-1)^{n+1}}\right]\frac{1}{x!}\,\frac{\varphi^x(0)}{z^i}
\end{aligned}$$

und $F''(0) = 0$, folglich:

$$\text{II.}\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{r-\varphi(0)}{z-1)} = {} & k + \frac{k-b}{z^i-1} + \left[-\frac{i}{(z^i-1)(z-1)} + \frac{z}{(z-1)^2}\right]\varphi'(0) \\
& + \left[-\frac{i^2}{(z^i-1)(z-1)} - z\cdot\frac{z^i-1+2i}{(z^i-1)(z-1)^2} + \frac{2z^2}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{2}\varphi''(0) \\
& + \left[-\frac{i^3}{(z^i-1)(z-1)} + z\cdot\frac{z^i-1-(3i^2-3i)}{(z^i-1)(z-1)^2} - z^2\cdot\frac{6(z^i-1)+6i}{(z^i-1)(z-1)^3}\right. \\
& \qquad \left. + \frac{6z^3}{(z-1)^4}\right]\tfrac{1}{6}\varphi'''(0) \\
& + \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
& + \left[-\frac{i^x}{(z^i-1)(z-1)} + z\cdot\frac{(z^i-1)\Delta(-1)^x - [\Delta(i-1)^x-\Delta(-1)^x]}{(z^i-1)(z-1)^2}\right. \\
& \qquad + z^2\cdot\frac{(z^i-1)\Delta^2(-2)^x - [\Delta^2(i-2)^x-\Delta^2(-2)^x]}{(z^i-1)(z-1)^3} + \cdots \\
& \qquad \left. \cdots + \frac{x!z^x}{(z-1)^{x+1}}\right]\frac{1}{x!}\varphi^x(0).
\end{aligned}\right.$$

Führen wir endlich diesen Werth für $\frac{r-\varphi(0)}{z-1}$ in die Gleichung I. ein, so ergiebt sich:

$$\text{III.}\left\{\begin{aligned}
w = k &- \frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) - \frac{n(z^i-1)-i(z^n-1)}{z-1}\cdot\frac{\varphi'(0)}{z^i-1} \\
&- \left[\frac{n^2(z^i-1)-i^2(z^n-1)}{z-1} + z\cdot\frac{2n(z^i-1)-2i(z^n-1)}{(z-1)^2}\right]\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\varphi''(0)}{z^i-1} \\
&- \left[\frac{n^3(z^i-1)-i^3(z^n-1)}{z-1} + z\cdot\frac{(3n^2-3n)(z^i-1)-(3i^2-3i)(z^n-1)}{(z-1)^2}\right. \\
&\qquad \left. + z^2\cdot\frac{6n(z^i-1)-6i(z^n-1)}{(z-1)^3}\right]\tfrac{1}{6}\,\frac{\varphi'''(0)}{z^i-1} \\
&- \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
&- \left[\frac{n^x(z^i-1)-i^x(z^n-1)}{z-1}\right. \\
&\quad + z\cdot\frac{[\Delta(n-1)^x-\Delta(-1)^x](z^i-1)-[\Delta(i-1)^x-\Delta(-1)^x](z^n-1)}{(z-1)^2} \\
&\quad + z^2\cdot\frac{[\Delta^2(n-2)^x-\Delta^2(-2)^x](z^i-1)-[\Delta^2(i-2)^x-\Delta^2(-2)^x](z^n-1)}{(z-1)^3} \\
&\quad \left. + \ldots\ldots + z^{x-1}\cdot\frac{x!\,n(z^i-1)-x!\,i(z^n-1)}{(z-1)^x}\right]\frac{1}{x!}\,\frac{\varphi^x(0)}{z^i-1}.
\end{aligned}\right.$$

Um diese Formeln auf die obige Function von n anzuwenden, ist nichts weiter nöthig, als u statt $\varphi(0)$, α statt $\varphi'(0)$, β statt $\frac{1}{2}\varphi''(0)$, γ statt $\frac{1}{6}\varphi'''(0)$, δ statt $\frac{1}{24}\varphi^{\text{IV}}(0)$, ... ξ statt $\frac{1}{x!}\varphi^x(0)$ zu setzen.

F. In dem Falle, dafs $\varphi(n) = \log n$ wäre, müfste man auf die ursprünglichen Formeln (*B.*) zurückgehen. Nachstehende Ausdrücke sind zwar symmetrischer, haben aber für die wirkliche Berechnung keine Vortheile; nemlich die Ausdrücke

$$F(n) = \left\{\begin{aligned}
&\frac{1}{z^i}\log\left[1^{z^{i+n-1}}.2^{z^{i+n-2}}.3^{z^{i+n-3}}\ldots\, i^{z^n}\right], \\
-&\frac{z^i-1}{z^i}\log\left[1^{z^{n-1}}.2^{z^{n-2}}.3^{z^{n-3}}\ldots\, n^{z^0}\right],
\end{aligned}\right.$$

$$F(0) = \frac{1}{z^i}\log\left[1^{z^{i-1}}.2^{z^{i-2}}.3^{z^{i-3}}\ldots\, i^{z^0}\right].$$

Daher:

$$\text{I.}\quad w = \left\{\begin{aligned}
&\frac{r}{z-1} - \frac{z^n}{z^i-1}(k-b) \\
-&\frac{1}{z^i-1}\log\left[1^{z^{i+n-1}}.2^{z^{i+n-2}}.3^{z^{i+n-3}}\ldots\, i^{z^n}\right] \\
+&\log\left[1^{z^{n-1}}.2^{z^{n-2}}.3^{z^{n-3}}\ldots\, n^{z^0}\right]
\end{aligned}\right\},$$

$$\text{II.} \quad \frac{r}{z-1} = \left\{ \begin{matrix} k + \dfrac{k-b}{z^i-1} \\ + \dfrac{1}{z^i-1} \log\left[1^{z^{i-1}} . 2^{z^{i-2}} . 3^{z^{i-3}} \dots . i^{z^0}\right] \end{matrix} \right\},$$

$$\text{III.} \quad w = \left\{ \begin{matrix} k - \dfrac{z^n-1}{z^i-1}(k-b) \\ - \dfrac{(z^n-1)\log\left[1^{z^{i-1}} . 2^{z^{i-2}} \dots . i^{z^0}\right] - (z^i-1)\log\left[1^{z^{n-1}} . 2^{z^{n-2}} \dots . n^{z^0}\right]}{z^i-1} \end{matrix} \right\}.$$

Wegen der periodischen Wiederkehr gleichgrofser Erhaltungskosten liefse sich vermuthen, dafs dieselben eine *goniometrische* Function des auch nach einem Neubau ununterbrochen fortzählenden Alters seien; bei näherer Betrachtung widerlegt sich aber diese Vermuthung sogleich dadurch, dafs offenbar gar kein nothwendiger Zusammenhang zwischen den Erhaltungskosten und der Länge der Bauperiode vorhanden ist; daher auch $\varphi(n)$ kein i enthalten kann. Der Besitzer eines Hauses ist (wenn wir von dem Fall absehen, wo ihm das Haus über dem Kopfe zusammenbricht) nicht gezwungen, zu einem bestimmten Zeitpuncte neuzubauen, sondern er wird sich in der Regel nur die Frage vorzulegen und zu beantworten haben: *Zu welcher Zeit wachsen die Erhaltungskosten so hoch an, dafs der Neubau vortheilhafter ist, als die Verwendung weiterer Kosten auf die Wiederherstellung des alten Gebäudes?* Dieser bisher noch nicht zur Sprache gekommene Punct (*die vortheilhafteste Länge der Bauperiode*) ist hier jedenfalls genau zu beachten. Die Schätzung bleibt immer ein Nothbehelf zur Feststellung von Gröfsen, welche sich überhaupt, oder doch unter den obwaltenden Umständen nicht genau berechnen lassen. Je mehr Elemente der auf diese Weise zu ermittelnden Gröfsen aber der Willkür des Taxators entzogen und auf dem Wege des strengen Calculs gefunden werden können, desto besser. Gelänge es nun, eine nicht zu complicirte Form von $\varphi(n)$ ausfindig zu machen, welche sich innerhalb der hier in Betracht kommenden Grenzen mit hinreichender Annäherung an die Wirklichkeit anschlösse, so könnte die sich daraus ergebende Formel für w leicht benutzt werden, um die vortheilhafteste Länge der Bauperiode zu berechnen, indem man auf bekannte Weise den Differentialcoëfficienten

$$\frac{\partial w}{\partial i} = 0 \text{ setzt.}$$

Es sei z. B. $\varphi(n) = u + \alpha n$, so hat man zuvörderst nach Formel *E*. III.

$$w = k - \frac{z^n - 1}{z^i - 1}(k - b) - \frac{n(z^i - 1) - i(z^n - 1)}{(z^i - 1)(z - 1)} \cdot \alpha.$$

Daher (wenn man nämlich davon absieht, dafs streng genommen auch b einigermaafsen von i abhängig ist)

$$\frac{\partial w}{\partial i} = (z^n - 1) \cdot \left[\frac{z^i b z}{(z^i - 1)^2}(k - b) + \frac{z^i - 1 - i z^i l z}{(z^i - 1)^2} \cdot \frac{\alpha}{z - 1}\right]$$

und, wenn vorstehender Ausdruck gleich Null gesetzt wird,

$$k - b = \left(i - \frac{z^i - 1}{z^i l z}\right) \frac{\alpha}{z - 1}.$$

Unter Zugrundlegung dieses Werths von $k - b$ findet sich:

$$\frac{\partial^2 w}{\partial i^2} = -\frac{lz}{z^i - 1} \cdot \frac{\alpha}{z - 1}.$$

Der zweite Differentialcoëfficient ist also, da wir *wachsende* Erhaltungskosten, also α positiv voraussetzen, stets *negativ*, und mithin entspricht dem aus der vorletzten Gleichung hervorgehenden Werthe von i in der That ein *Maximum*. In der Praxis könnte man mit hinreichender Näherung

$$k - b = \left(i - \frac{1}{z - 1}\right) \frac{\alpha}{z - 1}$$

setzen; woraus

$$i = (z - 1) \frac{k - b}{\alpha} + \frac{1}{z - 1}$$

folgt. Für $z = 1{,}04$; $k = 1000$; $b = 40$; $\alpha = 0{,}3$ würde sich für die vortheilhafteste Dauer

$$i = \frac{0{,}04}{0{,}30} \cdot 960 + 25 = 153$$

Jahre finden. Vernachlässiget man auch noch das Glied $\frac{1}{z - 1}$, so ergiebt sich

$$i = (z - 1) \frac{k - b}{\alpha} = 128.$$

Führt man den hieraus sich ergebenden Werth

$$\alpha = \frac{z - 1}{i}(k - b)$$

in die Gleichung

$$w = k - \frac{z^n - 1}{z^i - 1}(k - b) - \frac{n(z^i - 1) - i(z^n - 1)}{(z^i - 1)(z - 1)} \cdot \alpha$$

ein, so verwandelt sich dieselbe in:

$$w = k - \frac{n}{i}(k - b)$$

und die das Gesetz der Werthabnahme darstellende Curve ist eine ***gerade Linie; was mit der Eingangs erwähnten Eytelweinschen Regel übereinstimmt.***

Wir wären somit nach einem langen, wenn auch nicht ohne Nutzen zurückgelegten Umwege wieder zu jenem einfachen Satze gelangt, welcher den Ausgangspunct unserer Untersuchung bildete und mit welchem wir uns dort wegen mangelnder Begründung nicht begnügen zu dürfen glaubten. Vergleichen wir die speciellen Angaben desselben Gewährsmannes (a. a. O. S. 8 u. f.) über die Dauer und Erhaltungskosten der Gebäude, so scheint es freilich, als fiele auch die kürzere, auf vorstehende Weise berechnete Dauer immer noch etwas zu lang aus. Unter obigen Voraussetzungen würden nämlich die Erhaltungskosten zu Ende der Bauperiode $(u+\alpha i)$, selbst wenn man $u=0$ annimmt, die Höhe der landesüblichen Zinsen von dem Baucapitale $k-b$ erreichen und im Durchschnitt die Hälfte dieser Zinsen betragen, während ***Eytelwein*** bei den 100 und mehrere Jahre dauernden Gebäuden diese Erhaltungskosten auf $\frac{1}{2}$ bis höchstens $1\frac{1}{2}$ p. c. setzt, und für Gebäude, wo sie 2 p. c. erreichen, eine bei weitem kürzere Dauer annimmt.

Fügt man dem Ausdruck der Erhaltungskosten noch ein weiteres, dem Quadrate des Alters proportionales Glied hinzu und setzt $\varphi(n)=u+\alpha n+\beta n^2$, so findet sich

$$w=\begin{cases} k-\frac{z^n-1}{z^i-1}(k-b)-\frac{n(z^i-1)-i(z^n-1)}{z^i-1}\cdot\frac{\alpha}{z-1} \\ -\left[\frac{n^2(z^i-1)-i^2(z^n-1)}{z^i-1}+\frac{z}{z-1}\cdot\frac{2n(z^i-1)-2i(z^n-1)}{z^i-1}\right]\cdot\frac{\beta}{z-1} \end{cases}$$

und daraus, wenn man $\frac{\partial w}{\partial i}=0$ setzt,

$$k-b-\left[i-\frac{z^i-1}{z^i lz}\right]\frac{\alpha}{z-1}-\left[i^2-\frac{2i(z^i-1)}{z^i lz}+\frac{z}{z-1}\left(2i-\frac{2(z^i-1)}{z^i lz}\right)\right]\frac{\beta}{z-1}=0.$$

Eine erste Annäherung zur Bestimmung von i, welche aber schon genügen dürfte, giebt den Ausdruck

$$i=\sqrt{\left(\frac{1}{z-1}\left(\frac{\alpha}{\beta}+\frac{2z}{z-1}\right)+\frac{z-1}{\beta}(k-b)+\left(\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\alpha}{\beta}+1\right)^2\right)}-\left(\tfrac{1}{2}\cdot\frac{\alpha}{\beta}+1\right);$$

wo das positive Vorzeichen der Wurzelgröfse beizubehalten ist. Für einen Zinsfufs von 4 p. c. $k=1000$, $b=50$, $\alpha=0{,}2$, $\beta=0{,}002$, findet sich nach der letzten Formel:

$$i=\sqrt{(25.152+20.950+51^2)}-51 = 108{,}3\,..\text{ Jahr.}$$

In der That erhält man z. B. den Werth eines funfzigjährigen Gebäudes für $i=100$ Jahr:

$$w = 533{,}24 \text{ Thaler};$$

für $i = 108$ Jahr:

$$w = 535{,}69 \text{ Thaler},$$

und für $i = 120$ Jahr:

$$w = 532{,}99 \text{ Thaler}.$$

Läfst man dagegen die Periode i ins Unendliche wachsen, so nähert sich der Gebäudewerth der Grenze:

$$w = k - n \cdot \frac{\alpha}{z-1} - \left(n^2 + 2n \frac{z}{z-1}\right) \frac{\beta}{z-1},$$

d. h. unter Beibehaltung der obigen Zahlenwerthe ist

$$w = 495 \text{ Thaler}.$$

In dem Falle, dafs die jährlichen Erhaltungskosten eine *geometrische Reihe* bilden, findet man mittels der Formel (C, I. oder III.)

$$\frac{\partial w}{\partial i} = (z^n - 1) \left\{ \frac{z^i lz}{(z^i - 1)^2} (k - b) + \frac{(z^i - 1) a^i la - (a^i - 1) z^i lz}{(z^i - 1)^2 (z - a)} \cdot u \right\};$$

woraus sich für das gesuchte Maximum die Relation

$$k - b - \left[a^i - 1 - (z^i - 1) \frac{a^i la}{z^i lz} \right] \cdot \frac{u}{z - a} = 0$$

ergiebt. Setzt man hierfür, da es nur auf eine Annäherung ankommt,

$$k - b - \left[a^i - 1 - a^i \frac{a-1}{z-1} \right] \frac{u}{z - a} = 0,$$

so erhält man:

$$i = \frac{\log(z-1) + \log\left(\frac{k-b}{u} + \frac{1}{z-a}\right)}{\log a}.$$

So ergiebt sich z. B. für $z = 1{,}04$, $k - b = 950$, $u = 5$ und $a = 1{,}02$, für die vortheilhafte Bauperiode näherungsweise:

$$i = \frac{\log 0{,}04 + \log 240}{\log 1{,}02} = 114{,}21 \ldots \text{ Jahr}.$$

Unter Voraussetzung einer 100jährigen Bauperiode wurde bereits oben für den Werth eines 50jährigen Gebäudes

$$w = 652{,}50$$

gefunden. Für $i = 114$ ergiebt sich nach der Formel (C, III.)

$$w = 661{,}20,$$

und für $i = 120$:

$$w = 660{,}15.$$

Für $i = \infty$ dagegen hat man, so lange in dem Beispiel $z > a$ ist,

$$w = k - \frac{a^n - 1}{z - a} \cdot u = 577{,}10.$$

Schreibt man die Gleichung für den gesuchten Gebäudewerth allgemein wie folgt:

$$w = k - \frac{z^n - 1}{z^i - 1}(k - b) - \psi(n) + \frac{z^n - 1}{z^i - 1}\psi(i),$$

wo die Bedeutung von ψ aus dem Vorhergehenden leicht erhellet, so hat man für den aus der Relation

$$z^i lz(k - b) - z^i lz\psi(i) + (z^i - 1) + \frac{\partial\psi(i)}{\partial i} = 0$$

sich ergebenden Werth von i:

$$w = k - \psi(n) + \frac{z^n - 1}{z^i lz} \cdot \frac{\partial\psi(i)}{\partial i}.$$

Es ist nun offenbar ganz in der Ordnung, die auf vorstehende Weise ermittelte Länge der Bauperiode der Schätzung zum Grunde zu legen. Wenn der Hausbesitzer einen weniger vortheilhaften Satz annimmt, so ist dies seine Sache. Überdies pflegen zum Glück für alle Diejenigen, welche nicht gerne scharf rechnen, sondern sich lieber auf ein ihnen innewohnendes dunkles Gefühl, den sogenannten practischen Tact verlassen, die Variationen der Functionen in der Nähe der Maxima und Minima bekanntlich nur unbedeutend zu sein.

Schliefslich richte ich an die Herren Bauverständigen die Bitte, ihre Erfahrungen zu Rathe zu ziehen und sich zu äufsern, ob eine der in dem Vorstehenden beispielsweise betrachteten, oder irgend eine andere nicht zu complicirte Function des Alters das Wachsen der jährlichen Erhaltungskosten mit hinreichender Annäherung ausdrücke; desgleichen, wie für die einzelnen Gattungen von Gebäuden die in den von mir aufgestellten Formeln vorkommenden Constanten zu bestimmen sein dürften. Für Gebäude einer und derselben Gattung kann wohl angenommen werden, dafs die Erhaltungskosten den Neubaukosten proportional seien; weshalb wir in den Formeln, wo auf die Veränderlichkeit jener Rücksicht genommen ist, $k\varphi(n)$ statt $\varphi(n)$ hätten schreiben können. Bei den angedeuteten Ermittlungen wird es auch nicht an

Erfahrungen fehlen, welche noch über die vortheilhafteste Bauperiode hinausreichen, indem sich in der Wirklichkeit mancher Hausbesitzer durch Mangel an Capital genöthigt sieht, diesen Termin zu überschreiten. Hat man sich einmal über die Form der fraglichen Function und über den der Schätzung zum Grunde zu legenden Zinsfufs entschieden, so würde sich durch ein paar im Voraus berechnete Tafeln, die gar nicht sehr voluminös nöthig sein würden, die Rechnung in jedem einzelnen Falle der Anwendung ungemein vereinfachen lassen.

Eldena im November 1849.

10.

Der Tunnel von Lioran.

(Aus den „Annales des ponts et chaussées. Jahrgang 1846. 2ter Band." Von Herrn *Ruelle*, Brücken- und Wege-Ingenieur zu Aurillac.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 3. im vorigen Hefte.)

Dritter Abschnitt.

Bau des Tunnels.

I. *Übersicht der gesammten Arbeiten.*

Aussteckung der Mittellinie des Tunnels.

36. Ein- und Ausgang des Tunnels waren der Örtlichkeit und der Richtung der Strafse durch den *Lioran* gemäfs festgesetzt: es kam nnn zunächst darauf an, die Richtung und den Abhang der Mittellinie des Tunnels zu bestimmen. Dieses hatte gewisse Schwierigkeiten, wegen der Unebenheit des Bodens und weil der Ein- und Ausgang des Tunnels nicht von einem und demselben Punct aus sichtbar war. Da man wegen der Höhe des Berges über dem Tunnel es aufgeben mufste, zwischen dem Ein- und Ausgange senkrechte Schachte einzutreiben, so war es durchaus nothwendig, mit hinreichender Genauigkeit den Tunnel fortsetzen zu können, um mit demselben, von dieser und jener Seite ausgehend, in der Mitte, auf 2230 F. weit von den Anfängen, zusammenzutreffen. Man verfuhr wie folgt.

37. Man begann damit, durch ein mit einem Repetitionskreise gemessenes Dreiecksnetz einige Puncte der geraden Linie durch den Ein- und den Ausgang des Tunnels, oder vielmehr der Linie durch zwei auf eine gewisse Höhe gestellte Stangen zu finden, die von fern sichtbar waren. Diese Messungen erforderten wegen der grofsen Unebenheit des Berges eine Menge von Hülfsdreiecken, um zu den gesuchten Dreiecken zu gelangen, welche zur gemeinschaftlichen Grundlinie die gesuchten Linien hatten. So wurden mehrere Puncte dieser Linien bestimmt. Indessen bedienten wir uns auch noch folgendes andern Verfahrens, welches, während es zur Prüfung der vorigen Messung diente, die Verlängerung der Mittellinie des Tunnels am Ein- und am Ausgange

desselben gab; welche Verlängerung aber mit strenger Genauigkeit nöthig war, um danach dem Tunnel seine Richtung zu geben.

Wir liefsen auf dem Gipfel des *Lioran* ein hohes und sehr festes Gerüst bauen, von welchem aus man, zwar nicht den Ein- und den Ausgang des Tunnels, wohl aber Stellen in der Verlängerung seiner Mittellinie sehen konnte. Auf der Plateform dieses Gerüstes stellten wir das Mefs-Instrument, welches ein Theodolit mit Fernglas und Libelle war und maafsen mit aller Genauigkeit die Lage mehrerer mit Stangen bezeichneter Puncte; welche Stangen dann die Richtung des Tunnels angaben.

Auf 1275 F. weit im Innern des Tunnels war die Flamme der dort aufgehängten Lampe wegen der in dem Tunnel beständig gelagerten Dünste nicht mehr von aufsen sichtbar und man mufste an einem der Zwischenpuncte, der vorausbestimmt war, das Objectivglas des Fernrohrs stark von der Seite erleuchten, um durch diese in der Finsternifs künstlich hervorgebrachte Helle die Kreuzung des Fadens im Fernrohr sichtbar zu machen, ohne an dem Erblicken der kleinen Flammen der in gröfserer oder geringerer Entfernung aufgehängten Lampen gehindert zu sein.

Man kann bei Messungen dieser Art nicht vorsichtig genug sein. Wenn man nach jahrelangen Arbeiten endlich dem Puncte des Zusammentreffens sich nähert, so findet sich, wenn man nun fürchtet, dafs man doch nicht an dem rechten Punct anlangen werde, dafs keine Vorsicht überflüssig war.

Aufser der Bestimmung der Mittellinie des Tunnels führte man auch die directe Messung der Länge des Tunnels über den Berg hin aus, vermittels einer recht geraden Mefsruthe und einer Libelle; desgleichen die Messung des Unterschiedes der Höhe des Eingangs- und des Ausgangspuncts, welche ein Gefälle von 1 auf $34\frac{1}{2}$ gab.

[Die grofse Schwierigkeit dieser Messungen, so wie die Nothwendigkeit des hohen Gerüstes oben auf dem Berge zu der Messung, obgleich bei denselben allerdings die äufserste Genauigkeit und Sicherheit nothwendig war, mufs auf besondern örtlichen Umständen beruhen. Denn sonst gab wohl ein Dreiecknetz, mit einem genauen Theodolit mit Fernrohr und Libelle gemessen, auf die nur geringe Entfernung von 372 Ruthen zwischen dem Eingange und dem Ausgange des Tunnels, alle nur erforderliche *Genauigkeit;* und wenn man, von der gleichen Grundlinie ausgehend, noch ein zweites Netz maafs, auch alle nur zu wünschende *Sicherheit* der Richtung der Mittellinie des Stollens. War die Verlängerung der Linie, nach der Richtung, welche

die ***Berechnung*** der Dreiecksnetze gab, ausgesteckt, und man konnte, so wie man weiter vorrückte, die Flammen in dem Tunnel wegen der Dünste in demselben nicht mehr sehen; so liefs sich, sollte man meinen, nach Flammen, an zwischenliegenden Puncten aufgehängt oder vielmehr fest aufgestellt, auch wohl die Linie ohne besondere Schwierigkeit mit Sicherheit ***verlängern.*** Doch mufs es sich in der Ausführung allerdings anders gezeigt haben; denn so geschickte und unterrichtete Ingenieurs, wie dort das Werk leiteten, werden gewifs auch mit den leichtesten und einfachsten Mitteln die Schwierigkeit überwunden haben. D. H.]

Anordnung des Tunnels.

38. Es wäre zur Beschleunigung der Ausführung des Werks sehr vortheilhaft gewesen, wenn man zwischen dem Ein- und Ausgange des Stollens einige Schachte hätte eintreiben können; denn es hatte unstreitig sehr grofse Schwierigkeiten, bis in den Kern des Berges zwei Stollen von dem einem oder dem andern Ende, jeden 2230 F. lang einzutreiben; besonders wenn man auf viel Wasser stiefs, oder Stickgas sich entwickelte, welches alles in ***dem einen*** Stollen, dessen Boden hinablief, sich anhäufen konnte. Aber da die höchste Stelle des Berges über dem Boden des Tunnels 675 F. hoch lag, so wäre das Bohren von Brunnen sehr langwierig und kostbar gewesen. Auch wenn man nur zwei Brunnen hätte bohren wollen, etwa 1750 F. vom Ein- und vom Ausgange entfernt, mufste, unter den ungünstigsten Verhältnissen für die Beschleunigung des Werks, der Brunnen nach Süd-West zu 436 F. und der nach Nord-Ost 605 F. tief werden, und es blieb noch 956 F. Entfernung zwischen ihnen. Ein einzelner Schacht in der Mitte der Länge hätte 590 F. tief sein müssen. Dies waren sehr ungünstige Verhältnisse in Rücksicht auf die Kosten. Auch war es nicht wahrscheinlich, dafs das Eintreiben von Schachten in dieser so hohen und kalten Gegend, die der ganzen Rauhheit des Wetters ausgesetzt ist, das ganze Jahr hindurch hätte fortgesetzt werden können. Der Unterschied der Temperatur auf dem Gipfel des ***Lioran*** und den beiden geschützten Schluchten, in welche der Tunnel ausmündet, ist in der That sehr bedeutend, und selbst in diesen Schluchten war es noch schwer, einige Wochen lang im Winter den Abtrag aus dem Tunnel wegzuschaffen. Öfters wehte der Gebirgssturm von dem Pafs ***Font-de-Cère*** und von der alten Strafse den Schnee ganz hinweg und häufte ihn an einzelnen Stellen auf, während an dem Eingange des Tunnels gar kein Wind war.

39. Da der Berg über dem Tunnel sehr *steil* ist, so liefsen sich die offenen *Einschnitte* gar nicht weit fortsetzen. Der Einschnitt nach *Viaguin* zu ist nur 54 F. lang, und seine gröfste Tiefe schon fast eben so viel; der Einschnitt nach *Alagnon* zu ist 73 F. lang und 48 F. tief. Die Länge der völlig unterirdischen Strafse zwischen den beiden Einschnitten beträgt 4416 F.

40. Die beiden Theile des Tunnels von *Viaguin* und von *Alagnon* her wurden zuerst oben an der Decke, $6\frac{1}{3}$ F. hoch begonnen; nach der Krümmung der Decke, die erst ein Spitzbogen werden sollte, statt dessen man aber hernach eine Ellipse nahm, wegen der Schwierigkeit, in dem so unterbrochenen und unfesten Felsen eine regelmäfsige Ecke für den Gipfel des Gewölbes zu erlangen. Die Breite des Stollens war auf $20\frac{3}{4}$ F. bestimmt, wurde aber auf $22\frac{1}{3}$ F. vergröfsert, nachdem man gesehen hatte, dafs Futtermauern nöthig waren. Der Felsen wurde also nach einer halben Ellipse ausgehöhlt, deren wagerechte kleine Axe [im Original steht durch Druckfehler *grofse* Axe, D. H.] den Boden des Tunnels bildete und deren senkrechte *halbe* grofse Axe jede $22\frac{1}{3}$ F. lang waren. Den untern 16 F. hohen Theil dieser Aushöhlung nannten die Werkleute *revanché*, und er wurde erst gemacht, nachdem der obere Theil, welcher *couronne* hiefs, 6' bis 10 F. weit vorgerückt war.

41. Die elliptische Form scheint weniger schön zu sein, als die Kreisform, aber sie nimmt bei gleicher Höhe und gleicher unterer Breite weniger Raum ein und ist durch ihre allmälige Verengung für die Festigkeit, in Felsen, welche massenweise einstürzen können, geeigneter. Aufserdem sind für sie die Futtermauern weniger dick nöthig, als für den Halbkreis, und das Gewölbe ist mit gewöhnlichen Steinen leichter ausführbar, als ein Spitzbogen.

Gang der Arbeiten.

42. Das Werk wurde im August 1839 angefangen und in diesem Jahre, so wie in der Arbeitszeit der beiden folgenden Jahre, ohne Hindernifs fortgesetzt. Man rückte jede 24 Stunden etwa 19 Zoll weit vor. Der Ausbruch fand fast immerfort in Conglomeraten von sehr harten Kieseln Statt, die von einem gräulichen, ziemlich weichen Teige gebunden waren, aber nicht zur Stelle und in den festeren Breccien sich zersetzten. Luft und Feuchtigkeit sind bis heute ohne Einflufs auf dieses Gestein gewesen, während in demjenigen, auf welches man 1842 und 1843, mehr als 950 F. weit stiefs, feste Tufmassen mit weichen Conglomeraten wechselten, die von mehr oder weniger verwitterten Trachyt- und Klingsteinsäulen durchsetzt waren, und welche dann

fast plötzlich sich zersetzten und häufig in Massen zusammenstürzten, die sich nur sehr schwer durch hölzerne Auskleidungen und auf die Wände gestützte Verschalungen zurückhalten liefsen. Zuletzt stiefs man auf so sehr zerklüftetes und unfestes Gestein, dafs der Ausbruch des *untern* Theils des Tunnels von *Viaguin* her, nachdem man 1848 F. weit gekommen war, um grofse Unfälle zu verhüten, ausgesetzt werden und man sich darauf beschränken mufste, den obern Theil bis zum Vereinigungspuncte mit dem Stollen von *Alagnon* her fortzusetzen; in welchem sich sonderbarerweise, je weiter man, von 1593 F. Länge an, nach der Mitte des Berges zu vorrückte, immer festeres Gestein fand.

Am 23. November 1843, nach 4½ Jahre lang ununterbrochen fortgesetzter Arbeit, *stiefs man zusammen.* Die Schüsse des Steinsprengens wurden von einem nach dem andern Theile des Stollens hin hörbar, als man noch 637 F. von einander entfernt war, und durch 255 F. Entfernung hindurch vernahm man schon die Schläge der Werkzeuge, wenn man das Ohr an den Felsen legte.

42. Von da an beschäftigte man sich mit dem Aufsetzen der Gewölbe, welches lange verzögert wurde, weil Geld-Anweisungen fehlten; so wie durch das Wegschaffen der ausgebrochenen Massen, durch Herstellung der Wände im Tunnel an den gefährlichen Stellen, durch Befestigung der Stützhölzer und Einziehung neuer, und durch Erweiterung der Stollen, wo wegen der Festigkeit des Gesteins Futtermauern erspart werden konnten, die man nur zur Vorsicht machte.

Am 31. December 1845 waren 2250 laufende Fufs Gewölbe fertig: beinahe auf die ganze Länge der Stollen, wo Einstürze Statt gefunden hatten und die Arbeit gefährlich war. Die Befestigung der ganz ausgebrochenen 4015 laufenden Fufs Tunnel, und zwar 1848 F. an der Seite von *Viaguin* und 2167 F. an der Seite von *Alagnon* her, wird gegen das Ende des Septembers vollendet sein und es werden nur noch 401 F. zwischen den beiden genannten Strecken übrig bleiben, die man befestigen wird, sobald sie ganz ausgehöhlt sein werden. Ende Januar 1846 waren 3186 laufende F. Gewölbe fertig. Täglich vollendete man 12 bis 13 laufende Fufs.

Die noch übrigen Arbeiten, nemlich die Chaussée, die Fufspfade, die Abzüge für das einsickernde Wasser und die Ein- und Ausgangsthore können sofort ausgeführt werden, und wenn die Ausführung der Strafsen nach dem Tunnel hin nicht verzögert wird, so wird der Tunnel wahrscheinlich noch in diesem Jahre (1846) dem Verkehr eröffnet werden können.

11. Das Ausbrechen der Steine.

Verfahren dabei.

43. Das Eintreiben des *obern* Theils des Stollens, den man *Krone* oder *Vorbruch* nannte, geschah durch vier Bergleute (mineurs), welche neben einander arbeiteten. Jeder hatte eine Lampe. Sie bohrten 11 bis 27 Zoll tiefe Löcher in den Stein, mehr oder weniger schräg nach rechts oder links, je nachdem der Fels stand, und so, dafs möglichst die Wand, bis zu welcher man gekommen war, angegriffen wurde. Besonders die beiden Arbeiter in der Mitte suchten weiter vorzudringen, während die andern beiden, ihnen zur Seite, die Ablösung des Gesteines seitwärts benutzend, die Öffnung erweiterten und die Wände nach der elliptischen Krümmung formten.

Geschickte Arbeiter lernen sehr bald das Gestein kennen, in welches sie eindringen wollen; sie finden sehr bald, welche Tiefe und Richtung die Sprenglöcher haben müssen, und benutzen sehr bald die feinen Spalten im Felsen und die Stellen des geringsten Widerstandes, die Verschiedenheit der Festigkeit der Massen u. s. w. Der Ton des Hammerschlages wird ihnen sehr bald zu einem sichern Erkennungsmittel davon. Gewöhnlich sparen indessen die Steinsprenger das Pulver nicht genug; wir fanden im *Lioran,* dafs man öfters mehr Pulver nahm, als zu der gröfsten Wirkung nöthig gewesen wäre. Freilich liefs sich hier wegen der grofsen Verschiedenheit des Gesteins der wirkliche Bedarf nur schwer bestimmen.

44. Etwa 10 F. hinter den vordringenden Arbeitern wurde eine andere Gruppe von Bergleuten oder Lehrlingen beschäftigt, um den Stollen zu vollenden; nemlich durch den *Nachbruch* (revanché) auf die übrigen 16 F. Höhe. Dieser Ausbruch war natürlich viel leichter, als der Vorbruch, weil hier die Sprenglöcher senkrecht hinein und tiefer gebohrt werden konnten. Der Nachbruch geschah mit Abstufungen, je nach der Art des Felsens; die Böschung betrug etwa 45 Grad und die Arbeiter theilten sich in ihr Werk. Die in der Mitte griffen den Fels in Masse an, durch Bohrlöcher von 4 bis 6 F. tief, mit der Bohrstange eingetrieben; die andern, an den Seiten, bohrten mit dem Knopfbohrer (fleuret), oder dem Spitzbohrer (pointerolle), um mehr glatte Seitenwände zu erlangen. Der Nachbruch mufs dem Vorbruch auf dem Fufse folgen, um an den Kosten der Ausräumung des letztern zu sparen. Wenn der Vorbruch nur 16 bis 20 F. voraus ist, so schaffen die Arbeiter selbst die losgelöseten Steine weg, indem sie solche in den Feierstunden auf den Vorbruch

hinabrollen lassen; ist aber der Vorbruch länger, so mufs man die Steine in Karren oder auf einer kleinen Eisenbahn wegschaffen. Der Fortgang des Ausbruchs war hier wegen der aufserordentlichen Ungleichheit der Härte des Gesteins so ungleich, dafs selten der Vorbruch angemessen gegen den Nachbruch voraus war und dafs öfters der eine auf den andern warten mufste.

45. Um die verlangte Form des Vorbruchs zu erzielen, diente eine nach der Ellipse geschnittene Lehre aus leichten Brettern, 17 F. unten breit und 6⅓ F. hoch, welche durch den Vorbruch, ohne anzustofsen, hindurchgehen mufste. Die Form des Nachbruchs bestimmte man durch Ausspannen einer Schnur in verschiedenen Höhen, aus der Mitte, rechts und links nach den Seiten hin, welche die Abscissen der Ellipse gaben, während die Höhen die Ordinaten waren.

Wir haben späterhin gefunden, dafs dieses Verfahren, welches mit gehöriger Sorgfalt mehr als hinreichend genau gewesen wäre, dennoch wegen der geringen Krümmung des untern Theils der Ellipse nicht eine sehr regelmäfsige Form gab: entweder weil man sich mit der Wand, welche hohl oder vorspringend sein konnte, nicht genau genug nach dem Ende der ausgespannten Schnur gerichtet hatte, oder weil man wegen der Böschung des Nachbruchs die Abscissen eines und desselben Querschnitts nicht gleichzeitig messen konnte. Wir würden jetzt ein bewegliches Gerüst (Taf. IV. Fig. 20 *a.*) vorziehen, welches die halbe Ellipse vollständig angiebt und welches man auf Rädern weiter vorschieben konnte, so wie der Ausbruch vorrückt; so, wie man sich dessen bediente, um den zu den Gewölben nöthigen Nach-Ausbruch zu bestimmen.

Kosten des Ausbruchs.

46. Die Fläche des elliptischen Querschnitts beträgt 390,6 Q. F.; und zwar die des Vorbruchs 68,4 und die des Nachbruchs 322,2 Q. F. Es mufste natürlich wegen der unebenen Fläche des Gesteins ein gröfserer Querschnitt ausgebrochen werden und man kann für den wirklichen Ausbruch wenigstens 406 Q. F. annehmen.

Wenn man die Fläche des Vor- und des Nachbruchs und die Zahl der Arbeiter zu dem einen und dem andern vergleicht, und annimmt, dafs die übrigen Kosten des Pulvers und der Werkzeuge etwa in dem Verhältnifs des Tagelohns stehen, so findet sich, dafs die gleiche Masse im Vorbruch 2¼ mal so viel kostete, als im Nachbruch; denn letzterer kostete für eine 5 mal so grofse Fläche 2 mal so viel als ersterer. So war es im *Lioran* im All-

gemeinen; indessen kostete die Ausbesserung und der Ersatz von Werkzeugen, und besonders das verbrauchte Schiefspulver im Nachbruch weniger, als der verhältnifsmäfsige Betrag des Tagelohns. Es wurde zum Nachbruch nicht 2 mal, sondern nur $1\frac{3}{8}$ mal so viel Pulver verbraucht, als im Vorbruch. Auch änderte sich das Verhältnifs der Kosten der gleichen Masse im Vor- und im Nachbruche mit der Schwierigkeit des Bruchs. In dem weichsten Gestein kostete sie im Vorbruch nur 2 mal, in den härteren Massen 3 mal und sogar 4 mal so viel, als im Nachbruch. Diese Erfahrung dient, um im Voraus die Kosten des Durchbruchs eines Tunnels in Felsen zu schätzen, für welchen man die Kosten eines Einschnitts oder eines kleinen Stollens schon kennt. Die gleiche Masse trachytischen Conglomerats in den *offenen Einschnitten* am *Lioran* auszubrechen kostete etwa Fünf Achtel mal so viel, als im Nachbruch im *Tunnel*. Gesetzt ein Cubikfufs koste im offenen Einschnitt 0,74 Sgr., so werden die Kosten im Nachbruch eines Tunnels von 400 Q. F. Querschnitt 1,19 Sgr. sein, und 2,97 Sgr. im $6\frac{1}{2}$ F. hohen Vorbruch; also würde, da der Nachbruch die 5fache Masse des Vorbruchs enthält, der Cubikfufs im Tunnel im Durchschnitt 1,48 Sgr. kosten; nemlich halb so viel als der Vorbruch und doppelt so viel als der Nachbruch. Indessen ist hierbei nicht auf die Nebenkosten beim Tunnel Rücksicht genommen; nemlich auf die Kosten der hölzernen Auskleidung, des Wasserschöpfens, des Nach-Ausbruchs, der Wegschaffung der ausgebrochenen Massen, der Werkzeuge u. s. w., die sämmtlich höher sind, als in offenen Einschnitten.

Bohren der Sprenglöcher.

47. Die vorzüglichsten Werkzeuge der Steinbrecher sind die *Spitzbohrer,* der *Schlägel* (massette), die *Bohrstange,* die *Brechstange* (pince), der *Keil,* der *Spitzmeifsel,* die *Haue* (pic) und die *Räumnadel* (epinglette). Die *Haue* wird nur in dem weichsten Gestein gebraucht, wo kein Sprengen nöthig ist; so wie zum Abbrechen schon gelöseter Blöcke und zum Ebenen der Wände. Der *Spitzmeifsel* tritt an die Stelle der Haue in härterem Gestein. Er ist rund, ein wenig länger als der gewöhnliche Meifsel der Maurer und hat an der einen Seite eine stark verstählte Spitze. Der Arbeiter hält den Meifsel mit der linken Hand und schlägt mit der rechten auf dessen Kopf mit dem Schlägel, welcher eine Art rechteckigen, etwa 5 Pfd. schweren Hammers ist, mit glatten Flächen und kurzem Stiel. Die *Brechstange,* eine eiserne, in Gestalt eines Winkelhebels gebogene Stange, und der *Keil,* dienen,

die gröfsern Massen vollends zu spalten und abzulösen. Die Sprenglöcher zu dem Vorbruch wurden sämmtlich mit dem *Spitzbohrer* gemacht, welcher eine eiserne, 1 bis 1¼ Zoll dicke, runde, 23 bis 46 Zoll lange eiserne Stange ist, mit einer schrägen Schneide am Ende und einer Spitze in der Mitte derselben. Der Arbeiter schlägt mit dem Schlägel auf den Kopf des Bohrers, welchen er mit der linken Hand hält. Nach jedem Schlage hebt er den Bohrer ein wenig und dreht ihn etwas, damit er sich nicht festklemme; so wie, um ein rundes Loch zu bekommen. Er schüttet von Zeit zu Zeit ein wenig Wasser in das Loch, um den Bohrer abzukühlen und den Steinstaub anzurühren, welchen er dann mit einer eisernen Stange herauszieht, die an ihrem Ende in einen Löffel gekrümmt ist, welcher *Steinlöffel* (curette) heifst. Oben ist um den Bohrer ein Wulst von Stroh gelegt, damit das Wasser nicht aus dem Loche hervorspritzen könne. Die Schneide, mit welcher der Bohrer den Stein angreift, mufs wohl verstählt sein und jedesmal, wenn man sie schärft, wieder gehärtet werden.

Man hat sich im *Lioran* abwechselnd verstählter und nicht verstählter Schlägel bedient. Für erstere mufs der Kopf des Bohrers weich sein, wird von den Schlägen des Hammers platt und bekommt einen Bart. Für die letztern wird der Kopf des Bohrers verstählt, und dann wird der Schlägel hohl. Nach langer Erfahrung ziehen wir die *nicht verstählten* Schlägel vor; sie werden etwas eher abgenutzt, aber dafür sind ihre Schläge sicherer und die Wirkung ist auf diese Weise stärker. Auch haben dann die Arbeiter nicht zu fürchten, dafs ihnen feine Eisensplitter, die sich von dem Schlägel ablösen, in die Augen springen; was grofse Unfälle verursachen kann.

Im Nachbruch arbeitete man zugleich mit dem Spitzbohrer und mit der *Bohrstange*. Öfters geschah das Bohren mit dem Spitzbohrer von zwei Arbeitern, deren einer den Bohrer drehte, während der andere ihn mit einem schweren Schlägel schlug, welcher *Doppelschlägel* hiefs. Der Bohrstangen, welche nichts anderes als längere und dickere Spitzbohrer sind, mit verstählten Schneiden an *beiden* Enden, bediente man sich allgemein zu *senkrechten*, oder fast senkrechten Bohrlöchern, und wenn dieselben sehr tief werden sollten. Ein solches Loch wird mit dem Spitzbohrer angefangen und mit der Bohrstange fortgesetzt, welche dann *zwei* Arbeiter handhaben, indem sie sie heben, ein wenig drehen und kräftig niederstofsen.

Verbrauch an Schiefspulver.

48. Wir fanden, dafs ein Steinsprenger gewöhnlich in 11 Arbeitsstunden 3½ Löcher von 21 Zoll tief und 1¼ Zoll weit bohrte. Die Pulverladung füllte die Löcher auf Eindrittheil bis zur Hälfte der Tiefe, je nachdem der Felsen hart war; wozu 14¼ Loth Pulver nöthig waren. Die 24 Tagesstunden wurden in zwei Arbeitszeiten, jede von 11 Stunden getheilt. Von den nach einander beschäftigten 8 Steinsprengern am Vorbruch kann man wegen häufigen Ausbleibens nur 7½ rechnen. Es wurden also in 24 Stunden 3½.7½ = 26¼ Schüsse gemacht, wozu 46 F. Bohrlöcher nöthig waren und durch welche 113 C. F. Steine abgelöset wurden, weil die Fläche des Vorbruchs 71 Q. F. betrug und man täglich in jedem der beiden Theile des Tunnels etwa 19 Zoll vorrückte. Dies beträgt also 32½ Schüsse für die Schachtruthe Steine, und 15 Pf. Pulver. Ein solcher Verbrauch ergab sich in der That sehr nahe; auch im Ganzen für den *Vorbruch* des Tunnels berechnet.

Bei dem *Nachbruch*, wo man ebenfalls von den 16 Arbeitern für 24 Stunden nur 15 rechnen kann, haben wir gefunden, dafs auf ein Bohrloch des Spitzbohrers von 25 Zoll im Durchschnitt tief, 17 Loth Pulver und auf ein Bohrloch der Bohrstange von 51 Zoll im Durchschnitt tief und 21 Linien weit 41½ Loth Pulver kamen. Aber hier war die Zahl der beiden Arten von Bohrlöchern so verschieden, dafs sich kein Durchschnitt für den Pulververbrauch ziehen liefs. Der Verbrauch änderte sich nach der Härte des Gesteins und der Lösbarkeit der Masse; ein Theil der Arbeitszeit ging für das Weiterspalten der Blöcke auf, welche zum Fortschaffen zu grofs waren; so wie für das Abräumen. Indessen bohrten die Leute mit der Bohrstange gewöhnlich 2 und mit dem Spitzbohrer 4 Löcher in den 11 Arbeitsstunden. Der Pulververbrauch für den Nachbruch betrug im Durchschnitt, vom Anfange der Arbeit an berechnet, etwa 5¼ Pfd. auf die Schachtruthe und 1,288 Pfd. auf den Arbeiter; bei dem Vorbruch etwa die Hälfte mehr.

49. Es ist kaum glaublich, wie sehr verschieden der Bruch in diesem Felsen war. Die Kosten stiegen zuweilen bis auf das *Fünffache*. In einigen weichen Trachytsäulen und Conglomeraten machte ein Arbeiter zuweilen 5 Schüsse in 11 Stunden und bedurfte nur zweier Bohrer: der eine ein wenig kleiner, zum Anfange des Lochs, der andere ein wenig gröfser, zur Fortsetzung desselben. In den härtern Trachyten und den Conglomeraten mit basaltischen Kieseln, welche plötzlich den Bohrer hemmten und ihn abstumpf-

ten, bohrte ein Arbeiter nur 4, 3, 2 und selbst nur ein Loch und hatte 4, 6, 8, 10, ja bis zu 20 Bohrer in 11 Stunden nöthig. In einigen Massen waren 16 Stunden nöthig, um ein 15 Zoll tiefes Loch zu bohren, wobei man bis zu 40mal den Bohrer wechseln mufste. Da waren dann die Kosten für die Werkzeuge bedeutend. Jedes Schärfen eines Bohrers kostete, mit dem Transport nach der Schmiede, etwa 5 Spf. Die Pulverladung war nicht immer im Verhältnifs der Härte des Steins verschieden. Es gab harte Trachyte, welche leicht zersprangen, während leicht anzubohrende Conglomerate gar nicht zersprengt wurden, sondern der Schufs nur eine trichterförmige Aushöhlung hervorbrachte.

Folgendes sind einige Verzeichnisse der Kosten auf die Schachtruthe von 144 C. F. Gestein. Der Arbeitstag im Vorbruch ist zu 28 Sgr., im Nachbruch zu 24 Sgr. berechnet.

A. Beim Vorbruch.	Arbeitstage.	Thut	Schiesspulver.	Thut	Für Öl, Papier, Schwefel und Baumwolle.	Für Herstellung der Werkzeuge.	Für Steinkohlen zur Schmiede und Abgang an den Werkzeugen.	Zusammen.	
		Sgr.	Pfund.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
1. In mürbem Trachyt	5,56	156	6,6	51,0	8,9	8,9	4,9	7	19
2. In gewöhnlichem Conglomerat	8,90	249	9,5	72,6	14,2	16,0	8,9	12	1
3. In trachytischer Breccie und hartem Conglomerat	11,1	312	16,6	127,1	17,8	22,4	15,6	16	15
4. In mäfsig hartem, leicht spaltendem Trachyt	14,4	405	11,9	98,0	22,8	26,7	18,9	19	1
5. In hartem und zähem Trachyt	22,3	623	19,0	145,3	39,1	62,3	29,2	29	29
6. In sehr hartem und schwer spaltendem Basalt	33,4	935	28,5	218,0	59,3	142,5	62,3	47	7
B. Beim Nachbruch.									
1. In mürbem Trachyt	3,4	72	2,6	18,2	4,9	4,3	2,5	3	12
2. In gewöhnlichem Conglomerat	4,0	96	3,8	29,2	6,4	6,7	3,9	4	22
3. u. 4. In trachytischer Breccie, hartem Conglomerat und mäfsig hartem Trachyt	5,3	128	5,7	43,4	8,5	7,8	5,3	6	13
5. In hartem und zähem Trachyt	6,7	160	8,6	65,5	11,0	10,0	8,2	8	15
6. In sehr hartem und schwer spaltendem Basalt	8,0	192	11,4	90,8	12,4	28,5	17,8	11	11

Diese verschiedenen Preise sind die Durchschnitte, welche sich während der *ganzen Arbeitszeit* ergeben haben. Am häufigsten kamen No. 2, 3 und 4 vor, No. 6 sehr selten. Man sieht, dafs die Arbeits*zeit* beim Vorbruch stärker steigt, als beim Nachbruch, je nach der Härte des Felsens; ungefähr im gleichen Maafs steigt der Verbrauch am Pulver. Beides rührt daher, dafs die Bohrlöcher im Vorbruch weniger wirksam sich machen liefsen, als im Nachbruch.

Wir geben auch noch die Durchschnitte der Kosten einer Schachtruthe Ausbruch in jedem der beiden Theile des Tunnels während der Arbeitsjahre 1840 bis 1843.

	In dem Theile nach *Viaguin* zu.				In dem Theile nach *Alaynon* zu.			
	Im Jahre 1840.	Im Jahre 1841.	Im Jahre 1842.	Im Jahre 1843.	Im Jahre 1840.	Im Jahre 1841.	Im Jahre 1842.	Im Jahre 1843.
	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.	Thlr. Sgr.
Arbeitslohn der Bergleute . . .	5 20	... 5 3½	... 5 19	... 6 4	... 6 5	... 4 28½	... 4 27	... 6 17
Für Schiefspulver	2 2	... 1 29½	... 1 15	... 1 7	... 2 3	... 1 29½	... 1 13	... 1 26
Für Öl, Papier, Schwefel, Baumwolle	- 8½	... - 9½	... - 11	... - 11	... - 9	... - 9	... - 11	... - 13
Herstellungskosten der Werkzeuge	- 10½	... - 9½	... - 11	... - 12	... - 11½	... - 8¾	... - 10¾	... - 13½
Schmiedekohlen und Abgang . .	- 8	... - 8½	... - 6	... - 10½	... - 10	... - 7¾	... - 7¾	... - 11
Zusammen	8 19	... 8 ½	... 8 2	... 8 14½	... 9 8½	... 7 23½	... 7 9½	... 9 20½

[Im *Gesammt-Durchschnitt* hat also die Schachtruthe etwa 8 Thlr. 12 Sgr. gekostet, und zu der Schachtruthe sind für 1 Thlr. 23 Sgr. Schiefspulver verbraucht worden, also, da das Pfund 7,65 Sgr. kostete, nahe an 7 Pfund, D. H.]

Will man die Kosten x einer Schachtruthe Vorbruch und die Kosten y einer Schachtruthe Nachbruch wissen, so ist, die obigen durchschnittlichen Kosten $= k$ gesetzt, $7x + 33y = 40\,k$ und $x = 2\frac{1}{2}y$, denn die *Flächen* des Vor- und des Nachbruchs verhalten sich wie 7 zu 33 und im Vorbruch waren die Kosten 2½ mal so hoch, als im Nachbruch. [Dies würde etwa 16 Thlr. und 23 Sgr. für die Schachtruthe Vorbruch und 6 Thlr. 21 Sgr. für die Schachtruthe Nachbruch geben, D. H.] Die obigen durchschnittlichen Kosten, mit dem Querschnitt des Tunnels multiplicirt, geben aber noch nicht die *gesammten* Kosten, denn sie beziehen sich nur auf die des Steinsprengens. Die gesammten Kosten findet man weiter unten angegeben.

Verfahren beim Laden der Sprenglöcher.

50. Es ist zu verwundern, dafs die Kunst des Steinsprengens seit der Erfindung des Schiefspulvers nicht weiter fortgeschritten ist, und dafs die Werkzeuge dazu fast noch dieselben geblieben sind. Man hat zwar für weiches Gestein Bohrer erfunden, um schneller gröfsere Sprenglöcher zu machen, aber in hartes Gestein dringt man immer noch nur mit Stofs-Eisen. Wahrscheinlich werden auch noch Bohrer für harte Steine gefunden werden, und besonders wird man dahin gelangen, die angemessenste Pulverladung zu finden. Neulich ist Herr *Courbebaisse*, einer unserer Cameraden in der polytechnischen Schule, zu merkwürdigen Ergebnissen in Kalkstein gelangt. Wenn man nemlich in ein auf die gewöhnliche Weise sehr tief gebohrtes Loch Chlorwasserstoffsäure giefst, so frifst dieselbe in kurzer Zeit die Wände an und man erhält eine geräumige Kammer. Wenn man nun dieselbe sorgfältig reinigt, trocknet und dann mit Schiefspulver füllt, so erlangt man eine mächtige Wirkung. Dieses Mittel würde besonders nützlich sein, wo feste, spaltenlose Kalksteinfelsen auf eine grofse senkrechte Höhe an einem Flusse oder Abhange abzusprengen sind und die abgelöseten Massen fortrollen können, ohne dafs es nöthig wäre, sie weiter zu zerkleinern, um sie fortschaffen zu können. Aber in einem Tunnel wäre das Verfahren schwer anwendbar. Was besonders zu wünschen wäre, ist ein Mittel, *schneller* bohren zu können.

51. Wir wollen jetzt Einiges über die beim Laden und Anzünden der Schüsse nöthige Vorsicht sagen. Bekanntlich leuchtet dem Arbeiter beim Bohren eine eiserne Lampe, von der Gestalt eines Umdrehungs-Ellipsoïds, welches, senkrecht auf seine Axe, sehr flach ist. Die Lampe ist hermetisch verschlossen, damit das Öl durch die Bewegung und die Stöfse nicht ausfliefsen kann. Sie wird an irgend einem kleinen Vorsprunge des Felsens und so aufgehängt, dafs sie bequem dem Arbeiter Licht giebt. Wahrscheinlich dürfte eine allgemeine Erleuchtung des Raums im Tunnel *nicht* vortheilhafter sein, weil die Arbeiter sich selbst durch ihre Schatten, in den verschiedenen Stellungen, welche sie annehmen müssen, das Licht rauben würden.

Wenn das Bohrloch die seinem Zweck angemessene Tiefe erlangt hat, so reinigt man es, indem man allen Steinstaub, nachdem er angefeuchtet worden, mit dem Staublöffel herauszieht, und trocknet dann das Loch mit Löschpapier, trocknem Moose, oder Werg. Ist das Gestein wasserhaltig, so mufs das Loch mit fettem, wohlgeknetetem Thon in seinem ganzen Umfange sauber ausgefüttert

werden, bis keine Feuchtigkeit mehr eindringt. Dringt aber das Wasser zu stark ein, so ist dies nicht hinreichend und man mufs entweder das Loch aufgeben, oder das Schiefspulver in einen Beutel von getheerter Leinwand thun, um es gegen Feuchtigkeit zu schützen; dann wird es auf eine andere Weise angezündet. Sonst begnügt man sich, die Pulverladung in eine cylindrische Patrone aus dickem Papier zu thun, welche man mit einem hölzernen Stock bis auf den Boden treibt. Wir haben für Löcher, die starken Abhang hatten, selbst die Patronen weggelassen und das Pulver blofs vorsichtig mittels eines kleinen blechernen Cylinders in das Loch geschüttet. Dies mufs man aber nicht thun, wenn der Stein hart und kieselhaltig ist, folglich leicht Funken geben kann. Hier ist daraus kein Unfall entstanden. Es kommt auch auf die Beschaffenheit des Pulvers an. Das mit kugelförmigen Körnern ist besser, als das mit eckigen und unregelmäfsigen Körnern, weil es sicherer bis auf den Boden gelangt und an den Wänden des Lochs nicht anhangt und sie beschmutzt; wie das andere, welches immer etwas staubicht ist. Auch behaupten die Steinsprenger, dafs das kugelförmige Pulver sich schneller entzündet und weniger Rauch giebt.

Nachdem das Pulver mit einem hölzernen Ladestock festgestofsen ist, setzt man die Patronennadel (epinglette) ein. Sie ist von Messing und hat an einem Ende eine Spitze, am andern einen Ring, und den Zweck, die Lunte zu halten. Wenn die Patronennadel bis zur Mitte der Patrone eingedrungen ist, also bis in die Mitte der Pulvermasse, so läfst man in das Loch ein Klümpchen fetter Erde (terre grasse) hinab [also nicht Sand oder Sägespäne], welche sich auf das Pulver legt und es ganz absondert, während die Patronennadel immer an der Wand des Bohrlochs stehen bleibt. Man pfropft von zerstofsenem trocknem Thon, oder sehr weichem Stein, der keine Funken geben kann, darauf, indem man an die Patronennadel die Rinne legt, welche unten der Ladestock hat, während er oben bis zum Durchmesser des Lochs dicker ist; darauf schlägt man mit einem Schlägel den Ladestock nieder. Zur Sicherheit wären kupferne Ladestöcke besser; aber sie nützen sich schnell ab und wir haben ihren Gebrauch von den Arbeitern nicht erlangen können; sie kamen immer wieder auf die eisernen Ladestöcke zurück. Glücklicherweise ist durch diese kein Unfall entstanden, wohl aber seltsamerweise ein Unfall durch die Patronennadel. In dem Augenblick, wo der Steinsprenger sie zurückzog, um die Lunte einzusetzen, entlud sich der Schufs. Da das Messing an den Steinen keinen Funken geben konnte, so mufs er entweder durch die Reibung der kleinen

mit fortgezogenen Steinkörner entstanden sein, oder die dadurch erzeugte Hitze mufs hingereicht haben, das Pulver zu entzünden.

Art, die Schüsse anzuzünden.

52. Hierbei ereignen sich die meisten Unfälle und es ist die gröfste Vorsicht dabei nöthig; auch wurde das Anzünden nur den geschicktesten Arbeitern anvertraut. Beim *Vorbruch*, zu welchem *alle* Arbeiter ausgewählte Leute waren, luden sie und zündeten selbst die Schüsse in den Löchern an, welche sie gebohrt hatten. Beim *Nachbruch* geschah das Laden und Anzünden ausschliefslich von den Obersprengern, und die andern Arbeiter fingen während dessen neue Löcher an.

Nachdem das Bohrloch festgestopft ist, um so fester, je weiter man sich von dem Pulver entfernt [?], bedeckt man die Füllung mit einem Klümpchen Lehm, um sie recht fest zu machen und um zu verhindern, dafs Etwas in das Loch falle, welches die Patronennadel gelassen hat, nachdem man sie herausgezogen hat; welches sehr vorsichtig auf die Weise geschieht, dafs man den Stiel eines Schlägels durch ihren Ring steckt und gegen den Stiel schlägt. Hierauf setzt man den Docht ein, welcher im *Lioran*, wie gewöhnlich bei dem Steinsprengen, aus kleinen, in einander gesteckten Düten von Papier bestand, die inwendig mit einer dünnen Schicht gehärteten Pulvers belegt waren. Die kleinen Düten, welche *Kännchen* (canettes) hiefsen, hatten $1\frac{1}{3}$ bis $2\frac{1}{4}$ Linien im Durchmesser. Man giefst in dieselben, nachdem man sie vorbereitet hat, eine Mischung von Pulver und Wasser, welche, nachdem sie getrocknet ist, den dünnen Überzug giebt, der zur Leitung des Feuers bestimmt ist. Die Dütenröhre mufs in das Loch, welches die herausgezogene Patronennadel läfst, so tief als möglich hinunter gebracht werden und man mufs Acht haben, dafs sie sich dabei nicht biegt, oder dafs die Theile, aus welchen sie zusammengesetzt ist, sich nicht trennen; was den Zusammenhang unterbrechen würde. Die Röhre mufs deshalb recht trocken sein und von den Fingern nicht eingedrückt werden. Das obere Ende der Zündröhre, welches mit dem Thonklümpchen gleich hoch steht, wird von demselben gehalten und man legt daran eine kleine Lunte von geschwefelter Baumwolle, indem man den Schwefel schmelzen läfst, damit er sich anhänge. Diese Lunte zündet man an, wenn der Schufs geschehen soll. Das Feuer pflanzt sich langsam genug fort, um dem Arbeiter volle Zeit zu lassen, sich zu entfernen. Wenn mehrere Schüsse zugleich, oder nach einander abgefeuert werden sollen, so mifst man die Länge der geschwefelten

Lunten nach der Ordnung ab, in welcher die Schüsse auf einander folgen sollen. Diese Beobachtung ist sehr nöthig: einestheils damit die Arbeiter die Schüsse, welche erfolgten, zählen und diejenigen erkennen können, welche nicht erfolgten, anderntheils um die Wirkung der verschiedenen Schüsse zu verstärken; nemlich dadurch, dafs diejenigen, welche den andern ihre Wirkung erleichtern, oder, wie die Steinsprenger sagen, sie *lösen,* diesen vorhergehen, indem sie den Widerstand der Masse, welchen die spätern Schüsse finden, vermindern. Geschähe das Entgegengesetzte, so würden einige Schüsse gar keine Wirkung haben. Auch ist einiges Geschick nöthig beim Anlegen der Lunten an die Kännchen, damit sie nicht zu schnell sich entzünden, oder nicht durch die Sprengung der andern Löcher ausgelöscht werden.

53. Die Arbeiter müssen nicht *zu weit* sich entfernen, weil sie sonst Zeit verlieren; was durch die Wiederholung bedeutend werden kann; so wie auch, um die Löcher wahrnehmen zu können, wo der Schufs nicht erfolgte, weil entweder die Lunte verlöscht wurde, oder weil das Feuer nicht bis zum Pulver gelangte. Nach dem letzten Schusse mufs man wenigstens noch 4 bis 5 Minuten warten, um sicher zu sein, dafs da, wo der Schufs nicht erfolgte, kein besonderer Umstand die Entzündung blofs etwa *verzögert* habe. Die meisten Unfälle entstehen, wenn die Leute zu schnell nach den abgeschossenen Stellen zurückkehren. In dem grofsen Raume des Stollens wurden die Steinstücke sehr weit hinweggesprengt: theils grade aus, theils von einer Wand gegen die andere prallend. Wir haben deshalb, etwa alle 320 F., seitwärts kleine Zufluchtshöhlen, von 6½ F. breit, 6½ F. hoch und 13 F. tief, im spitzen Winkel nach der Richtung des Tunnels hin ausbrechen lassen. In diesen Höhlen waren die Arbeiter ganz sicher. Sonst stellt man auch wohl blofs hölzerne Schutzwehren auf, hinter welche sich die Arbeiter begeben können; aber die Zufluchtshöhlen sind, obgleich sie mehr kosten, besser, weil sie den Raum nicht verengen, auch zur Aufbewahrung aller Art von Material benutzt werden können.

Gesicherte Zünder-Lunten oder Raketen (fusées).

54. Wir wurden von dem Herrn Unterstaatssecretair für die öffentlichen Arbeiten beauftragt, im *Lioran* mit den neuerlich aus England eingeführten *gesicherten* Raketen, über welche der Herr Berg-Ingenieur *Lechatelier* in dem Journal für das Bergwesen eine ausführliche Nachricht gegeben hat, Versuche anzustellen. Diese Zünder bestehen aus einem Seil von Hanf oder

Baumwolle, deren Fasern um einen fortlaufenden Faden von feinem Pulver aufgewickelt sind, der den Kern des Seils ausmacht und stark geprefst ist. Dieses erste Seil ist mit einem Bande bedeckt, welches von mehreren schraubenförmigen, ineinanderstofsend umgelegten Fäden gebildet wird und dann gegen die Feuchtigkeit mit Theer überzogen ist. Dieses zusammen giebt einen biegsamen, aber sehr harten Körper, den ein starker Druck nicht zerquetschen und den also ein eckiger Stein, welchen etwa der Ladestock in dem Bohrloch dagegen triebe, nicht zerschneiden kann. Für Bohrlöcher in sehr feuchtem Gestein, oder unter Wasser, wo also ein besonderer Schutz gegen die Nässe nöthig ist, wird noch ein zweites getheertes Band um das Seil gelegt. Diese Lunten enthalten $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{4}$ Loth Pulver auf den laufenden Fufs und kosten der laufende Fufs 3 bis $4\frac{1}{2}$ Spf. Man nimmt an, dafs das Pulver im Innern des Seils etwa $1\frac{1}{2}$ F. weit in der Minute fortbrennt, wenn das Seil in einem geladenem Bohrloch festgeprefst ist; was sich dann aber nach der stärkern oder schwächern Zusammenpressung ändert.

55. Die Vortheile dieser Lunten sind leicht zu erachten. Sie vertreten die Stelle der gewöhnlichen Dütenkännchen, machen die Zündnadel völlig entbehrlich und verringern also die Gefahr; während sie Zeit und Arbeit sparen. Wahrscheinlich ersparen sie auch Pulver, weil hier der leere Raum für die Lunte kleiner ist. Ihr Gebrauch ist sehr einfach. Sobald das Sprengloch fertig gebohrt ist, schüttet man, insofern das Loch hinreichend starkes Gefälle hat, die Hälfte der Ladung hinein und setzt das eine Ende der Lunte, die so lang sein mufs, dafs sie noch $\frac{1}{2}$ bis 1 Zoll über das Loch hervorragt, auf das Pulver. Hierauf schüttet man den Rest der Ladung ein und drückt, wie gewöhnlich, ein Klümpchen Thon nach, um allen Pulverstaub von den Wänden wegzunehmen und die Ladung völlig abzusondern; was freilich mit runden Pulverkörnern kaum möglich ist. Endlich füllt man das Loch mit kleinen Steinstücken; wobei die Lunte geschont werden mufs. Wenn das Bohrloch fast wagerecht liegt, oder gar steigt, statt zu fallen, so bedient man sich einer Patrone, in welche man mit dem einen Ende die Lunte bis auf Eindrittheil oder die Hälfte der Länge steckt. Hierauf bindet man das Papier des obern Theils der Patrone um die Lunte fest, entweder mit einem dünnen Faden, oder mit einem Theile des getheerten Bandes der Lunte, den man zu dem Ende davon abwickelt, ehe man die Lunte in die Patrone steckt. Der in der Hand weich gewordene Theer verstärkt noch die Festigkeit des Bandes. Endlich treibt man Alles mit dem Ladestock ein und vollendet die Ladung, wie gewöhnlich.

Um die Ladung abzuschiefsen, zündet man das Ende des Seils [der Lunte], welches aus dem Bohrloch hervorragt, unmittelbar mit der Lampe an, nachdem man die Lunte ein wenig aufgewickelt hat, um das Pulver zu entblöfsen, weil sich dieses sonst, stark eingeprefst und mit dem Theer verteigt, wie es ist, vielleicht nicht entzünden würde. Noch sicherer ist es, nach dem Verfahren des Herrn *Lechatelier*, das Ende der Lunte mit Terpentin-Essenz zu tränken. Da die in ihrer Einhüllung brennende Lunte verkohlt und dadurch der Raum, welchen sie einnahm, fast ganz ausgefüllt wird, so dafs das durch die Entzündung des Pulvers erzeugte Gas keinen Ausgang findet, so wird die Kraft desselben, und also die Wirkung, dadurch noch um so gröfser.

56. Wir konnten indessen hier mit dem Gebrauch dieser Lunten nicht fortfahren, wegen eines besondern, grofsen Übelstandes derselben; der sich indessen wahrscheinlich, wenigstens zum Theil, noch heben lassen wird. Die Lunten erzeugen nemlich beim Verbrennen einen ungemein dicken Rauch und einen heftigen Geruch; besonders das äufsere freie Ende derselben, welches zuweilen bedeutend lang sein mufs, um die Schüsse der Zeit nach zu regeln. Dieser Therrauch dürfte zwar nicht grade der Gesundheit der Arbeiter nachtheilig sein, wie es der Schwefeldunst von den geschwefelten Lunten und vom Pulver selbst ist, aber er war in unserm 1600 bis 1900 F. weit eingedrungenen Stollen, wo die Luft nur sehr allmälig sich erneuerte, so dicht, dafs die Arbeit immer nur erst nach einiger Zeit wieder fortgesetzt werden konnte. Eine andere Schwierigkeit bei diesen Lunten liegt darin, dieselben so abzumessen, dafs die Entladung der tiefern Sprenglöcher eher erfolgt, als die der weniger tiefen. Denn da die Lunten allmälig fortbrennen, so kann man nicht einen hinreichenden Theil der Länge aufserhalb der Bohrlöcher lassen, um die Ordnung der Schüsse umzukehren; und wenn man geschwefelte Lunten zu Hülfe nimmt, wie die gewöhnlichen, so kann es kommen, dafs die getheerten Lunten nicht zünden. [Dieses scheint nicht recht verständlich. D. H.]

Diese Schwierigkeiten haben indessen die gesicherten Lunten, ihren Vorzügen gegenüber, nur in besondern Fällen. In hinreichend gelüfteten Stollen und in freier Luft werden sie gewifs von entschiedenem Nutzen sein und die Zahl der Unfälle beim Steinsprengen sehr vermindern; besonders wo die Arbeiter nicht geschickt, oder nicht geübt genug sind. Wahrscheinlich werden sich die gesicherten Lunten auch noch *insoweit* vervollkommnen lassen, dafs keine mehr in dem Bohrloch versagt, weil etwa der Pulverfaden unterbrochen ist, oder weil er der Zusammendrückung durch das getheerte Seil nicht genug

widersteht. Für nasses oder unter Wasser liegendes Gestein werden sie *besonders* nützlich sein. Hier mufste man sonst in jedes Bohrloch eine blecherne Röhre, oben mit einer engeren Röhre, setzen, um das Feuer an das Pulver zu bringen, während für die gesicherten Lunten Patronen von getheertem Leinen genügen. Man kann die ganze Vorrichtung unbesorgt schwimmen lassen, wenn nur die Ränder des kleinen leinenen Beutels, welcher die Ladung enthält, mit einem getheerten Faden an die Lunte recht fest gebunden ist.

[Es fragt sich hier, was mit der *Schiefsbaumwolle* statt des Schiefspulvers zu erreichen sein würde. D. H.]

III. Wegschaffung des Ausbruchs, und Ausbau mit Holz.

Absatz-Stellen.

57. Beim Anfange der Arbeiten gewährten die beiden Schluchten des *Viaguin* und *Alagnon* die passendsten Absatzstellen für den Ausbruch. Besonders die steile und tiefe Schlucht des *Viaguin* erforderte nur wenig Vorbereitungen. Es war nur zur Ableitung der Gewässer des Bachs durch die trachytische Lavabank, welche die Schlucht wie eine Mauer schlofs, und durch die daran liegenden Conglomerate ein Raum zu brechen nöthig. Nach diesem liefs sich die neue Strafse durch den Ausbruch so erhöhen, dafs die Fluthen, welche in dieser hohen Berggegend beim Schmelzen des Schnees und nach heftigen Gewittern oft sehr stark sind, sie nie erreichen konnten. Auf der Seite nach dem *Alagnon* zu schien die Schlucht nicht weit genug zu sein, um die grofse Masse Ausbruch aus der Hälfte des Tunnels aufzunehmen, und nachdem wir einige trockene Stützmauern hatten machen lassen, gedachten wir den Bruch zu überwölben, um dann die ganze Schlucht bis zur Höhe der Strafse ausfüllen zu können. Aber aus Besorgnifs, dafs diese Wasserleitung neuer Art sich verstopfen könnte und dann die bedeutenden Kosten derselben verloren wären, standen wir davon ab und suchten den Bach so frei als möglich zu erhalten. Die Erd-Aufhöhung breitete sich allmälig aus, die Strömungen führten einen Theil davon weg und der *Alagnonbach* änderte seinen Lauf, so wie sein Bett sich erhöhte. Jetzt, nachdem die Schlucht fast verschwunden ist, hat sich die Aufschüttung befestigt und man würde vor einigen Jahren durch Kunst nichts anderes haben machen können, als was sich von selbst gemacht hat. Es ist dies hier ein Beispiel mehr von der Verschiedenheit der Ansichten vor und nach der Ausführung eines Werks und vor und nach der Überwindung einer Schwierigkeit.

Abfuhr des Ausbruchs.

58. Anfangs schaffte man den Ausbruch aus den Einschnitten und dem untern Theile des Stollens auf Pferde- und Sturzkarren fort. Als der Stollen auf eine gewisse Länge vorgerückt war, nahm man zu den Trümmern des Ausbruchs Schubkarren, und die gröfsern Blöcke wälzte man bis an den Rand des Nachbruchs und liefs sie von da hinabrollen. Dies geschah während der Zeit der Ablösung und des Ausruhens der andern Arbeiter, um den Bergleuten nicht hinderlich zu werden. Die Unbequemlichkeit der Abfuhr in Schubkarren ergab sich aber sehr bald; denn der Boden im Tunnel war überall uneben und höckerig; die nachgefallenen harten Steinspitzen waren hinderlich und die weichen löseten sich auf und es entstanden Räume mit zähem Thon gefüllt, so dafs darauf keine regelmäfsige und rasche Bewegung möglich war; auch erforderte schon eine schwache Ladung der Karren viel Bewegungskraft. Um Dem abzuhelfen, wurde zuerst an der Seite nach dem *Viaguin* zu, wo der Abhang so stark war, dafs beladene Wagen hinabrollen konnten, ein *hölzerner* Schienenweg gelegt, bestehend aus zwei parallelen Geleishölzern, die man auf einen Steinschlag legte, um das Gefälle zu regeln und die Bahn rein zu erhalten. Aber die hölzernen Schienen wurden so schnell schadhaft, und die Kosten des Holzes nahmen so zu, dafs wir darauf Verzicht thun und in den Stollen eine kleine *Eisenbahn* legen lassen mufsten. Leichte eiserne *Schienen* sind dazu viel besser, als *platte Eisen;* denn letztere lassen sich in den Einschnitten der sie tragenden Querhölzer schwer befestigen. Für *eichene* Querhölzer würde dies freilich anders sein; aber hochkantige leichte Schienen sind dennoch besser, weil sich die Räder auf denselben weniger abnutzen.

Die Wagen zur Abfuhr des Ausbruchs fafsten ungefähr 32 C. F., indessen war die gewöhnliche Ladung nur 26 C. F. Aufschüttung, welche höchstens 13 C. F. Ausbruch ausmachten; etwa 20 Ctr. an Gewicht. Der leere Wagen mit seinem Eisenbeschlag wog $9\frac{1}{2}$ Ctr. und der Wagen kostete 45 Thlr. 10 Sgr. Das Abladen der Wagen geschah dadurch, dafs man sie um eine starke, auf dem Gestelle (trein) befestigte Welle sich drehen liefs. Die Bahn hatte am Ablade-Orte einen Gegen-Abhang, um die Geschwindigkeit der Bewegung zu mäfsigen, und die letzten Querhölzer der Bahn wurden durch zwei starke Längsschwellen gestützt, deren freie Enden auf tief in die Aufschüttung eingetriebenen Pfählen ruhten, um vorzubeugen, dafs nicht die Wagen in Folge eines plötzlichen

Setzens der Aufschüttung in den Abgrund fortgerissen würden. Um grofse Steinblöcke fortzuschaffen, die zu zerschlagen zu schwierig gewesen wären, bediente man sich flacher, sehr fest gebauter Wagen ohne Ränder.

59. Nach dem *Alagnon* zu, bergan, wurden die Wagen von Pferden gezogen, nach dem *Viaguin* zu von zwei bis drei Menschen; je nach der Entfernung.

[Was hier folgt ist nicht deutlich. Es heifst im Original: „On faisait „en général 25 voyages par poste correspondants à un parcours moyen de „25 Kilomètres pour chaque waggon employé. En comparant les dépenses „faites dans les diverses campagnes aux résultats de l'exploitation qui peuvent „être évalués à une longueur de souterrain ouverte: de $0^m,263$ pour poste „dans la galerie du Viaguin en 1840, de $0^m,254$ en 1841, de $0^m,232$ en 1842; „et dans la galerie de l'Alagnon de $0^m,248$ en 1840, de $0^m,238$ en 1841, „de $0^m,202$ en 1842 et de $0^m,219$ en 1843, on arrive aux chiffres ci-après „pour le prix de revient du transport aux diverses distances réduites:

„1. Galerie de Viaguin: $0^{fr},19$ à 170 mètr., $0^{fr},56$ à 340 mètr., $0^{fr},82$ „à 520 mètr.

„2. Galerie de l'Alagnon: $0^{fr},84$ à 300 mètr., sur le sol naturel, $0^{fr},66$ „à 550 mètr. avec chemin de fer, $1^{fr},04$ à 800 mètr., $1^{fr},72$ à 1200 mètr."

Der Herr Verfasser sagt nicht, was mit den Worten „par poste" gemeint sei und ob die zuletzt berechneten Preise etwa auf den Cubikmeter sich beziehen. D. H.]

Im Vorbeigehen ist zu bemerken, dafs die Beschleunigung der Arbeiten keinesweges mit der Härte der Felsen abnahm, sondern im Gegentheil nur durch die vielen Vorsichtsmaafsregeln, welche sich als nöthig zeigten.

60. Die Ausräumung des Vorbruchs, das Zerkleinern der Steinblöcke, das Auf- und Abladen und die Regelung des Aufschüttens kostete etwa 6,8 fr. „par poste" nach dem *Viaguin* zu, wo 3 bis 4 Arbeiter angestellt waren, und 8,7 fr. nach dem *Alagnon* zu, wo das Aufladen schwieriger war, wegen des Wassers, welches sich am Fufse des Nachbruchs sammelte und wegen dessen ein Arbeiter mehr nöthig war. Dividirt man diese Kosten durch die tägliche Leistung, wie oben bei der Abfuhr, so findet man für die verschiedenen Zeitpuncte der Arbeit Folgendes.

Nach *Viaguin* zu kostete die Schachtruthe 24 Sgr. 1840, 25 Sgr. 1841 und 27 Sgr. 1842.

Nach *Alagnon* zu 1 Thlr. $2\frac{1}{2}$ Sgr. 1840, 1 Thlr. 4 Sgr. 1841, 1 Thlr. 10 Sgr. 1842 und 1 Thlr. $6\frac{1}{2}$ Sgr. 1843.

Diese Erfahrungs-Ergebnisse stimmen wenig mit dem was die Formeln geben würden; aber man sieht leicht ein, dafs in einem unterirdischen Stollen gar Vieles die Kosten erhöhen kann. Im *Lioran* geschah es vorzüglich durch den Verlust an Zeit, welche die Wegräumung der Verschüttungen der durch das einsickernde Wasser aufgelöseten Gesteine erforderte. Da die Kosten der Hand-Arbeiten während dessen fortgingen, so mufs der Verlust auf den wirklich gewonnenen und fortgeschafften Ausbruch vertheilt werden, der dadurch öfters in 24 Stunden nur den dritten Theil betrug. Endlich verursachte auch die Menge von Schnee und Eis, welche die Eisenbahn mehrere Monate lang bedeckte, fortwährende Arbeit.

Kosten des Wasserschöpfens.

61. Da der Boden des Tunnels nach der Richtung der Strafse von einem Ende bis zum andern einen fortlaufenden Abhang bekommen sollte, so würden sich vom *Alagnon* her, wo der Boden einen Abhang von 1 auf 34½ hatte, grofse Schwierigkeiten ergeben haben, wenn man auf starke Quellen gestofsen wäre. Glücklicherweise ging in Erfüllung, was man aus der Tiefe des Stollens und der Schluchten in den Bergen, so wie aus der Art des Bodens vermuthet hatte: es ergaben sich nur unbedeutende Einsickerungen; indessen doch deren viele. Alle zusammen, und abwechselnd mit dem Wetter, so wie vermindert durch Ableitungen oben auf dem Boden, für welche man sorgte, betrugen noch nicht 3½ C. F. in der Minute. Aber auch dieses wenige Wasser erschwerte die Arbeiten fortwährend, durch die Feuchtigkeit, welche es in die Bohrlöcher brachte, in dem Maafse, dafs man öfters, alle Vorkehrungen ungeachtet, darauf verzichten mufste, sie abzuschiefsen; so wie auch durch die Schwierigkeit, welche es bei der Regelung des Bodens des Stollens verursachte. Eine Zeit lang gab man dem Boden des Nachbruchs absatzweise Gefälle nach aufsen, um das Wasser von den Werkstätten abzuleiten; aber die deshalb nöthige Nach-Arbeit war sehr theuer, weil dazu beinahe wagerechte Bohrlöcher gemacht werden mufsten, die wenig wirkten. Besonders wurde die Arbeit schwierig, wenn das Wasser durch die Decke der Krone eindrang. Es fiel dann gerade auf die Arbeiter und verbreitete sich vermittels der Spalten des Felsens durch seine ganze Masse.

Das Ausschöpfen des Wassers geschah durch Saugpumpen, die in Schöpfgruben gestellt waren, in welche man das Wasser durch kleine, in den Felsen gehauene Rinnen leitete. Die Pumpen waren viereckig, aus vier starken tannenen

Bohlen, mit Feder und Nuthe gespundet, zusammengesetzt und mit Eisen beschlagen. Unter dem Kolbenlauf war eine kleine Thür, um die Pumpe öfters von dem Thone zu reinigen, welchen das Wasser mit sich führte; so wie um das Ventil ausbessern zu können. Jede Pumpe hob das Wasser 19 F. hoch über den Boden und ergofs es in bretterne Rinnen, die durch Haken an den Wänden des Tunnels befestigt waren und 1 auf 167 Gefälle hatten. Dieses Gefälle kam zu dem des Bodens von 1 auf 34½ hinzu; das ganze Gefälle war also 1 auf 28,6, so dafs auf je 542 F. Länge eine Pumpe stehen und das Wasser aus dem Innern des Tunnels wiederholt gehoben werden mufste; mit welchem sich dann auch noch dasjenige vereinigte, welches sich in den verschiedenen Schöpfgruben sammelte. Zum Ausschöpfen des Wassers vom Boden des Vorbruchs bediente man sich einer kleinen Saugpumpe, die schräg gestellt wurde und sich leicht von einer Stelle nach der andern bringen liefs; oder auch einer Druckpumpe mit Schlauch, der beim Abschiefsen der Sprenglöcher zurückgebogen wurde.

Obgleich das aus dem Tunnel wegzuschaffende Wasser, wie oben gesagt, im Durchschnitt nur 3¼ C. F. in der Minute betrug, so war doch öfters die Einsickerung durch die Felsspalten, in dem Augenblick wo der Ausbruch gemacht war, viel beträchtlicher; aber sie mäfsigte sich immer bald wieder.

62. Die Kosten des Wasserschöpfens betrugen, auf die Schachtruthe Ausbruch berechnet, im Jahre 1840 mit einer einzelnen Pumpe 6 Sgr., im Jahre 1841 mit 2 Pumpen 26½ Sgr., im Jahre 1842 mit 3 Pumpen 1 Thlr. 7½ Sgr. und im Jahre 1843 mit 4 Pumpen 27¾ Sgr. Die Einsickerung nahm also nicht immerfort zu. Im Jahr 1841 war sie am stärksten und die höhern Kosten im Jahr 1842 rührten nur von der gröfsern Länge des Stollens und von der heftigen Kälte her, welche das Wasser bis auf 1100 F. in den Tunnel hinein in den Rinnen und Schöpfgruben gefrieren machte. Im Jahre 1843 war die Abnahme der Einsickerung sehr merklich. Und merkwürdig war, dafs das Wasser immer am meisten durch die *sehr harten* Felsen drang; was wohl daher rührte, dafs das harte Gestein von der Kälte stärker zusammengezogen wurde.

Sobald die beiden Strecken des Stollens zusammengestofsen waren, schaffte eine einzige Pumpe, am Fufse des Nachbruchs nach dem *Alagnon* zu, das Wasser in Rinnen längs der Felsen auf der Seite nach dem *Viaguin* hin aus dem Stollen.

Ausbau mit Holz.

63. Die Einstürze im Tunnel hatten besondere, ganz unvorhergesehene Ursachen. Luft und Feuchtigkeit, welche besonders die Zersetzung der Trachyte und der Conglomerate zu befördern schienen und welche wirklich die härtesten herausgeschafften Blöcke in kurzer Zeit in einen thonigen Teig auflöseten, waren auf die ersten eröffneten Strecken des Stollens fast ohne Wirkung. Dagegen an andern, frisch ausgebrochenen Stellen und selbst während des Ausbruchs stürzten beträchtliche Massen ein, obgleich der Fels hart und zugleich trocken war. Die Einstürze konnten daher nur mehr von den zahlreichen Spalten herrühren, welche gewissen Trachyt- und Tuffelsen eigen sind und die, da sie den Zusammenhang des Gesteins unterbrechen, die einzelnen Blöcke der Wirkung der Schwerkraft überlassen.

Das Stützen der Decke und der Wände des Ausbruchs durch Holz geschah auf sehr verschiedene Weise; je nach dem Widerstande, der nöthig war und nach der Gestalt der eingestürzten Querschnitte. Man sieht die Unregelmäfsigkeit derselben z. B. in (Fig. 5 und 6). An einigen Stellen fand die Zersetzung und der Einsturz nur in einer schmalen Schicht Statt, welche den Stollen schräg kreuzte und zwischen festen Felsen eingeklemmt war; an andern Stellen ging der Einsturz bis zu einer stärker widerstehenden Schicht fort, welche dann eine Decke über senkrechten, oder selbst über geböschten beschädigten Wänden zu bilden schien; wieder an andern Orten entstand eine Höhlung seitwärts, oben in eine Spitze auslaufend, je nach der Lage der Fugen oder Spalten in der angebrochenen Felsmasse.

Nichts kündigte die Einstürze im Voraus an, und es mufste oft mitten im Winter, durch 3 F. hohen Schnee und bei der heftigsten Kälte, Holz aus dem Walde zu Stützen geholt werden.

64. Wo der Fels gleichsam nur abbröckelte, oder sich nur in kleinen Stücken lösete, begnügte man sich mit leichten Stützbogen aus hochkantig zusammengenagelten Brettern, deren Spannriegel mit den beiden Enden in die Wände des Tunnels eingelassen wurden. Den Raum über die Schalbretter füllte man mit Bündeln von Pfriemenkraut, oder mit Fichtenzweigen.

Wo grofse Massen sich abzulösen drohten, waren die Stützbogen denen beim Wölben ähnlich (Fig. 12); nur mit dem Unterschiede, dafs sie in der Mitte keine doppelten Spannbalken hatten, dafs die Hölzer nicht beschlagen waren und dafs die Verschalung blofs aus rundem Holze gemacht wurde. Wenn

sich beim Beginn des Vorbruchs die Feuchtigkeit der Zersetzung des Gesteins oder eine Neigung zum Einsturz kundgab, arbeitete man sorgfältig die schon ausgehöhlte Fläche nach und erweiterte sie so, dafs die Stützbogen, von gröfserm Maafs als der elliptische Querschnitt, eingebracht werden konnten. Es wurden starke Hölzer zu Unterlagen oder Schwellen der Stützständer in die Wände des Ausbruchs in der Höhe des Nachbruchs eingelegt. Die Stützstreben stemmten sich auf diese Schwellen und trugen den obern Spannriegel, mit welchem sie noch durch Kopfbänder verbunden waren. Endlich wurden die einzelnen Stützbogen der Länge nach durch runde Hölzer verbunden, über welche man dann den leeren Raum bis zum Felsen füllte, oder die weiter nöthig erachteten Stützen setzte. Der Nachbruch hatte dann weiter keine Gefahr und geschah nur mit der Vorsicht, die hölzerne Stützbogen nicht in Gefahr zu bringen. Fehlte der Felsen unter den Schwellen, so stützte man sie senkrecht durch fichtene Hölzer (Fig. 15 *a*).

Diese Sicherung durch Holz, anscheinend so einfach, hatte grofse Schwierigkeiten: sowohl wegen des bedeutenden Gewichts der Hölzer, welche gehoben, eingepafst, nachgeschnitten und an Ort und Stelle gebracht werden mufsten, als wegen der Beschaffenheit des Gesteins, dessen Einstürze immerfort die Form des Querschnitts des Ausbruchs änderten, so dafs auch die Anordnung der Vorkehrungen fortwährend geändert werden mufste; was das Werk sehr gefährlich machte. Aber diese Schwierigkeiten waren noch gering gegen diejenigen, welche das Einbrechen von Stützbogen, entweder unter der zu grofsen Last, oder in Folge des Verfaulens der Hölzer verursachte. Man hatte dann den Fels an der Decke öfters 32 bis 38 F. hoch über dem Boden abzugleichen und nachzuarbeiten, und die geringsten sich ferner etwa ablösenden Blöcke zerbrachen die Leitern und Gerüste und brachten das Leben der Arbeiter in Gefahr. Dann waren auch zu den neuen Stützbogen noch längere und stärkere Hölzer nöthig, und also die Einbringung derselben noch schwieriger.

Nach-Arbeit.

65. Das Nach-Arbeiten der Wandflächen geschah auf doppelten Leitern (Fig. 17). Die hintern Ständer derselben standen senkrecht, die vordern schräg, und die Leiter ruhte auf 4 Wagenrädern, so dafs sie auf den Arbeitswegeschienen fortbewegt werden konnte. Oben hatte die Leiter ein Geländer. Ein besonders geübter Bergmann, der den Felsen genau genug kennen gelernt hatte, um einen drohenden Einsturz im Voraus wahrzunehmen, stellte sich oben auf

die Leiter, welche andere Arbeiter allmälig fortschoben, und untersuchte den Felsen oben und vor sich her mit einer langen und leichten eisernen Stange. So wie sich irgend eine Gefahr zeigte, wurde die Leiter schnell zurückgezogen: liefs sich dagegen der Ausbruch ohne Gefahr fortsetzen, so traten sofort zwei andere Bergleute oben auf die Leiter, oder auf die vorspringenden Stufen und löseten mit der Brechstange und der Haue alles lose Gestein. Die Leiter mufste je nach der Höhe der Krone des Ausbruchs erhöht werden können, damit die Arbeiter dem Felsen so nahe als möglich kommen konnten, um wirksamer und gefahrloser zu arbeiten. Wenn die erste Nach-Arbeit gemacht war und keine nahen Einstürze zu fürchten waren, setzte man die starken Stütz-Gerüste und fächerartig Stützen darauf, bis zum Legen der Verschalung aus runden Hölzern.

66. Es sind im *Lioran* Fälle vorgekommen, wo das Gestein in dem Maafse verwittert, oder durch Lehmschichten, welche den Zusammenhang der Blöcke aufhoben, so zertheilt war, dafs die geringste Bewegung Einstürze hervorbrachte und dafs durch das Nach-Arbeiten der Querschnitt des Tunnels nur immerfort und über das Maafs hinaus wäre erweitert worden. In solchen Fällen mufste man auf das Abgleichen der Krone und der Wände verzichten und die Arbeiter auf andere Weise sichern. Wenn der entblöfste Felsen nur in kleinen Stücken und nur von Zeit zu Zeit sich lösete und nicht zu fürchten war, dafs die entstandene Lücke, nach oben spitz zulaufend, bedeutend sich vergröfsern würde, so stemmte man blofs Stützen, neben und zuweilen über einander und schräg stehend, gegen die Wand, so dafs unten nur der nöthige Raum zum Verkehr auf der Eisenbahn blieb, der dann zugleich durch diese Reihe Stützen gesichert wurde, aufserhalb welcher die Blöcke durch einander fielen und sich aufhäuften. Wenn aber die Einstürze bedeutender waren, so dafs sie die Aufführung der Gewölbe beinahe unthunlich gemacht haben würden, mufste man dagegen wirksamere Mittel anwenden. Dieses war nach dem *Viaguin* zu an einer Stelle der Fall, wo der Nachbruch dadurch gehemmt wurde.

Bedeutendster Einsturz.

67. Eine Schicht zertheilten Trachyts, auf etwa 50 F. lang, beinahe gleichlaufend mit dem Tunnel, kreuzt denselben an jener Stelle unter einem sehr spitzen Winkel. Die Schicht ist 22 bis 26 F. dick und besteht aus unförmlichen Prismen, senkrecht auf die Seitenwände oder die Sahlbänder stehend.

Beim Ausbrechen der Krone, deren untere Breite nicht die der Trachyt-Ader erreichte, setzte man, um den Felsen zu stützen, ein nach allen Bedingungen der Festigkeit zusammengesetztes Holzwerk und stützte beim Anfange des Nachbruchs dessen Schwellen. Aber da unglücklicherweise der ganze Theil der Schicht, welcher die Wände des Stollens bildete, gar keine Verbindung mit den nächsten Conglomeraten hatte, sondern durch die Sahlbänder davon getrennt war, so sank sie allmälig ein und entblöfste die Seiten der hölzernen Stützbogen, welche dann von den festen Felsen immer weiter entfernt wurden und, durch den Stofs der sich ablösenden Blöcke erschüttert, zuletzt einstürzten. Die Beschaffenheit dieser Stelle des Tunnels war schreckenerregend, wegen der Breite und Höhe des Einsturzes. Die Höhe betrug bis 48 F., die Breite 25 F. Man hemmte indessen den Ausbruch der Krone nicht. Man schaffte allen Schutt und Trümmer vom Fufse des Nachbruchs weg, um allmälig die Aufschüttung bis zum Boden des weitern Vordringens zu erhöhen. Dadurch verminderte sich die Höhe der Höhlung um 16 F. und die Stützhölzer konnten wieder bequemer eingesetzt werden. Sie mufsten so gestellt werden, dafs das Mauerwerk des Gewölbes unter Schutz ohne Gefahr aufgeführt werden konnte. Deshalb wurden die Hölzer auf eine gewisse Strecke abgesteift, während man unter ihnen den Schutt wegschaffte. (Figur 5, 6 und 10) sind von diesem Einsturz der Quer- und Längs-Durchschnitt und der Grundrifs. Man erhöhte zunächst die Anschüttung noch um 8 F., damit das Mauerwerk am Schlufs 3 F. 2½ Zoll dick werden konnte. Dann legte man auf diesen künstlichen, sorgfältig geebneten Boden starke Streckhölzer, der Länge nach, an jeder Seite der Mittellinie, in zwei gleichlaufende Reihen, und auf diese Streckhölzer Querschwellen, die bis zu den Wänden reichten und wiederum Längsschwellen trugen, in welche sich die Tragestreben stemmten. Das ganze Holzwerk wurde durch starke eiserne Pflöcke und Schraubenbolzen zusammengehalten, so dafs keine theilweise Bewegung Statt finden konnte. Die verschiedenen Stützgebinde waren nach dem Querschnitte des Einsturzes geformt, 19 Zoll von einander entfernt und ihrem ganzen Umfange nach mit starken kiehnenen oder buchenen Bohlen bekleidet, hinter welche man sogleich Felsbrocken schüttete, um keinen leeren Raum zu lassen. Dieses Holzwerk erstreckte sich 96 F. lang. Zwischen den Längsstreckhölzern hatte man unter den Querschwellen noch einen kleinen Stollen gelassen und ihn bekleidet, dessen Boden in der Höhe der Fortsetzung des Tunnels lang und durch welchen die Verbindung von einem zum andern Ende desselben hergestellt wurde.

Über diese Stelle hinaus hat sich weiter kein erwähnenswerthes Hindernifs ergeben. Da der Ausbruch auf das Maafs der Krone beschränkt wurde, so liefsen sich die unfesten Felsen leicht stützen, um Einstürzen vorzubeugen; auf die Weise, wie es beim Grubenbau geschieht. Alles ist noch jetzt in unverändertem Zustande.

IV. Lüftung des Tunnels.

68. Da die Ausbrüche des Tunnels von zwei Seiten her, einander entgegen, keine weitere Öffnung nach aufsen hin hatten, als ihre Eingänge, und sie sehr weit in den Berg hinein sich erstrecken mufsten, so war es wichtig für die *Lüftung* derselben zu sorgen. Es schien zweifelhaft, ob die natürlichen Luftströmungen aufserhalb hinreichend sein würden, gesunde Luft für die zahlreichen Arbeiter herbeizuführen und die schädlichen Gase, die sich erzeugten, wegzuschaffen. Obgleich man nun nur kurze Zeit und nur als der Stollen noch nicht die Hälfte seiner Länge erreicht hatte, gezwungen war, zu besondern Lüftungswerkzeugen seine Zuflucht zu nehmen, dürfte es doch nützlich sein, Einiges Nähere von Dem zu sagen, was vorkam, und von den Vorkehrungen, für welche man sorgte. Die unverhoffte Erscheinung, dafs die Luftströmung mit der Länge *zunahm*, statt dafs man hätte erwarten sollen, sie werde *abnehmen*, ist so ungewöhnlich, dafs man wohl versuchen darf, den Grund derselben zu ermitteln. Wir werden uns dabei auf die Grundsätze beziehen, welche der Herr Ober-Ingenieur *Combes*, der uns die Lüftungswerkzeuge für den Tunnel von *Lioran* angab, in einem Aufsatze über die Lüftung der Bergwerke aufgestellt hat.

69. Bekanntlich wird die Luft in Gruben, aufser durch die Gase, welche zuweilen durch die Spalten des Gesteins dringen, noch durch folgende verschiedene andere Umstände verdorben.

Erstlich durch den Pulverdampf vom Steinsprengen. Der dabei sich ergebende dicke Rauch besteht aus nicht verbrannten Pulvertheilen und aus gewissen Verbindungen von Pott-Asche und sehr feinen Schwefeltheilen, aus kohlensaurem Gas, Stickstoff, Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas in verschiedenen Verhältnissen, aus Wasserdampf und ein wenig Schwefelwasserstoff und Schwefelsäure.

Zweitens. Durch das Athmen der Arbeiter wird ein Theil des Sauerstoffs der Luft verbraucht und durch einen fast gleichen Theil Kohlensäure und Wasserdampf ersetzt.

Drittens; das Brennen der Lampen thut Ähnliches:

Viertens erzeugen sich bei der Zersetzung verschiedener vegetabilischer und animalischer Stoffe, besonders bei der Zersetzung der Hölzer, welche unter dem doppelten Einflufs der Wärme und der Feuchtigkeit schnell verfaulen, gemischte, übelriechende Gase.

Wir haben zwar niemals im *Lioran* natürliche Ausströmungen von Kohlensäure oder einfachen Kohlenwasserstoff bemerkt, aber die oben bezeichneten Wirkungen waren wegen der Menge der Arbeiter und der Sprengschüsse schon mehr als hinreichend, die Luft zu verderben und sie in dem Tunnel, seiner Gröfse ungeachtet, ungesund zu machen.

Luftströmungen in dem Tunnel.

70. Die Erneuerung der Luft in Stollen wird durch die Eigenschaft der Gase, sich auszudehnen, und durch den Unterschied des Eigengewichts der atmosphärischen Luft und der mit Gas gemischten Luft, so wie des Rauchs und des Wasserdampfs, hervorgebracht. Die Verschiedenheit des Eigengewichts bringt eine Strömung hervor, welche um so stärker ist, je mehr die Eigengewichte verschieden sind, und die durch die Lage der Ausgänge und die übrigen Umstände verstärkt oder geschwächt wird. Nimmt man für den Augenblick den nur wenig abhängigen Stollen im *Lioran* als *wagerecht* an, so mufsten zwei Luftströmungen Statt finden: die eine, der schwereren Luft, am Boden, die andere, der leichteren, an der Decke. Erwägt man nun, dafs die fast stets dieselbe bleibende Wärme und Feuchtigkeit der Luft im Tunnel auf die Dichtigkeit derselben beziehlich stärker wirken mufste, als der mehr oder weniger gröfsere Unterschied des Eigengewichts der mit der Luft gemischten Gase: so ergiebt sich, dafs *im Winter* die äufsere kältere und dichtere atmosphärische Luft am Boden des Tunnels in denselben *hineinströmen* mufste, während die innere wärmere und feuchtere Luft oben an der Decke *hinausdrang;* im warmen Sommer war es umgekehrt. Der leichte Abhang des Tunnels mufste ebenfalls die natürliche Lüftung nach dem *Alagnon* zu während der Kälte, und nach dem *Viaguin* zu während der Hitze befördern, weil die äufsere Luft nach den Umständen hinab- oder hinaufzusteigen trachtete. Frühling und Herbst sind die für die Lüftung ungünstigsten Zeiten; wegen der häufigen Veränderungen in der Atmosphäre, und wegen ihrer Feuchtigkeit, durch welche ein gewisses *Gleichgewicht* der innern und äufsern Luft entsteht, welches dann die Luftströmungen aufhebt. Übrigens müssen die

Strömungen, welche sie auch sein mögen, weiter nach dem Innern zu abnehmen, da sich dort die Gleichheit der Temperatur durch die Ausdehnung der Gase und durch die Wärme der Felswände allmälig herstellt. Das gröfsere oder geringere Eigengewicht der Gase, z. B. das Eigengewicht des schweren kohlensauren Gases und des leichten einfach kohlensauren Wasserstoffgases, gemischt mit der Luft, wird endlich die Luftströmung nach den Umständen verstärken oder schwächen.

71. Hiernach beurtheilt, ergiebt sich, wenn man das was im *Lioran* vorkam erwägt, Folgendes:

Erstlich war die Luft im Innern fast immer weniger dicht, als aufserhalb: sowohl ihrer Wärme, als ihrer Feuchtigkeit wegen; so dafs die Erneuerung der Luft im Tunnel im Winter leichter erfolgte, als im Sommer; bei trocknem Wetter leichter, als bei feuchtem, und des Nachts leichter, als am Tage.

Zweitens. Die Lage der beiden Theile des Tunnels machte in der Wirkung wenig Unterschied; wohl aber die Richtung der Winde. Der Theil nach dem *Alagnon* und nach Nordost zu bekam bald statt einer dicken und finstern eine heitere Luft, und umgekehrt; während die Veränderungen für den nach dem *Viaguin* und nach Südwest liegenden Theil weniger beträchtlich waren.

Einflufs des Zustandes der Atmosphäre.

72. Bei Nordwinden und bei trockenem und kaltem Wetter war die Luft in den beiden Strecken des Tunnels in der Regel unten bis auf etwa 16 F. hoch klar. So wie der Wind sich erhob, stieg der Rauch auf der Seite nach dem *Viaguin* allmälig bis zu dem Gewölbe hinauf und machte der frischen Luft Platz, die dann am Boden des Tunnels eindrang; auf der Seite nach dem *Alagnon* zu wurde der Rauch erst plötzlich zu Boden getrieben, erhob sich aber dann wieder, verdichtete sich längs der Decke und strömte wie eine schwarze, dunkele, etwa 6 F. dicke Masse aus, die sich von der untern ganz klar gewordenen Luft völlig absonderte. In einer Stunde wurde der Tunnel ganz rein. Auch der Rauch von den Lampen und dem Schiefspulver entwich mit derselben Regelmäfsigkeit, und die äufsere Luft gelangte beinahe rein bis nach dem Arbeits-Ort.

Beim Süd- und Westwinde, und besonders wenn es regnete, oder die Atmosphäre voll Wolken war, füllte ein dicker Rauch, vom Pulver und den andern oben gedachten Anlässen herrührend, beide Theile des Tunnels von

unten bis oben in ihrer ganzen Länge. Der Rauch entwich langsam, am Boden sich hinbewegend, und erstreckte sich noch bis auf die Abhänge des *Alagnon*. Selten wurde der obere Theil des Stollens ein wenig vom Rauche frei. So blieb es, bis das Wetter sich aufklärte und trocken wurde. Dann wich der Rauch allmälig vom Boden auf 1½ bis 6 F. hoch, erhob sich weiter nach der Decke, verdichtete sich dort und begann auszuströmen.

Es kam auch vor, dafs selbst beim Nordwinde und schönem Wetter die Ausströmung unterbrochen wurde, sobald die Sonne ihre Stralen auf den Eingang oder den Ausgang des Tunnels schofs. Dagegen beförderte stets die Kühlung der Nacht die Ausströmung. Endlich klärte sich, wenn die Arbeit nicht rasch vor sich ging, oder unterbrochen wurde, der obere von Rauch gefüllte Theil des Tunnels allmälig durch einen Luftstrom, der, von aufsen kommend, auf den Boden sich senkte, und dann blieb auf die ganze Länge nur eine Schicht schwarzen und dicken Rauchs, der ganz abgesondert war und 12 bis 16 F. hoch feststand, während oben und unten die Luft rein war und in entgegengesetzter Richtung sich bewegte.

73. Nach allen Diesem läfst sich sagen, dafs die durch die Einsickerungen mit Feuchtigkeit gesättigte und auf dem Boden mit 15 bis 16 Centigrad Wärme befindliche Luft im Tunnel nach der Decke sich zu erheben strebte und dann durch die etwas weiter vom Arbeitsort ein wenig kältere Luft ersetzt wurde. Diese wurde wieder durch noch kältere Luft ersetzt, und so weiter, bis zur äufsern Luft. Also, je kälter und dichter die äufsere Luft und je mehr folglich ihr Eigengewicht von dem der mit Gasen gemischten Luft im Innern des Tunnels verschieden war: je lebhafter war die Luftströmung. Je mehr sich dagegen die Dichtigkeit der äufsern Luft durch Zunahme der Wärme oder der Feuchtigkeit in der Atmosphäre der im Innern des Stollens näherte: je mehr verminderte sich die Strömung und die Lüftung konnte nur noch durch die Ausdehnung der Gase erfolgen. Wurde endlich die äufsere Luft noch wärmer und also ihr Eigengewicht geringer als das der Luft im gröfsern Theile des Tunnels, so drang die äufsere Luft an der Decke ein und verursachte eine leichte Gegenströmung am Boden.

Besondere Umstände bei der Lüftung des Tunnels.

74. Im Sommer 1840, als man mit dem Tunnel 414 F. weit gekommen war, fingen die Arbeiter an, sich über den Rauch zu beklagen, und besonders war er ihnen beim Regenwetter beschwerlich. Von dieser Zeit an mufsten

wir an Lüftungsmittel denken. Im Winter verbesserte sich aber wieder die Selbstlüftung, und erst im Mai 1841 kam die frühere Unbequemlichkeit wieder. Auf der Seite nach dem *Viaguin* war gleichwohl noch kein Lüftungswerkzeug nöthig. Nach dem *Alagnon* zu fanden sich die Bergleute sehr belästigt; sie bekamen Hals- und Magenschmerzen und mufsten mitten am Tage zwei Stunden ruhen. Der Rauch war zuweilen so dick, dafs man eine Lampe nicht zwei Schritte weit sehen und nur vor sich hinfühlend gehen konnte. Es wurde also eine Lüftungsvorrichtung zu Hülfe genommen, die während des Juli auf 960 F. weit wirkte. Der Rauch wurde vollständig ausgesogen; blofs die Röhre, welche zur Leitung der Luft diente, mufste öfters ausgebessert werden; wegen der kleinen Einstürze, die sich schon an einigen Stellen zeigten. Im September war der Tunnel oft rein und die Lüftungsmaschine wurde nur von Zeit zu Zeit in Bewegung gesetzt und, sobald der Frost eintrat, gar nicht mehr.

75. Es wurde nun aber Alles zu einer wirksamen Lüftung für den nächsten Frühling vorbereitet. Da man dann bis auf 1275 bis 1434 F. weit vorzudringen gedachte, so mufste man sorgen, dafs die Lüftung ungestört erfolgen könne, damit die Arbeiten nicht unterbrochen würden. Indessen ereignete es sich anders. Die Monate, in welchen sonst die Luft im Tunnel am schwersten von selbst sich gereinigt hatte, gingen vorüber, ohne dafs die Arbeiter sich sehr über den Rauch beschwerten, und die Unbequemlichkeit aus den frühern Jahren schien mehr und mehr abzunehmen. Das Gleiche ergab sich im Jahre 1843, wo man 1912 F. weit vorgedrungen war, und am seltsamsten ist es, dafs die Bergleute auf der Seite nach dem *Viaguin* zu niemals so sehr als im Sommer 1841 an Mangel reiner Luft gelitten haben, obgleich, von 1657 F. tief an, der Nachbruch ausgesetzt und nur der nöthigste Vorbruch auf 637 F. lang gemacht wurde, der mit Stützhölzer vollgestopft war, welche in der Hitze und Feuchtigkeit schnell faulten. Man gelangte sogar ohne Hindernifs bis zur Vereinigung der beiden Tunnelstrecken, ungeachtet der erstickenden Hitze der mit Schwefeldünsten beladenen Luft, die den Arbeitern Augenschmerzen verursachte. Wie soll man dieses unerwartete Ergebnifs erklären? War die zunehmende Wärme im Innern, die bis über 22 Centigrade stieg, die Ursach? Oder mufs man annehmen, dafs die Entwicklung von Luft bei den Einsickerungen, welche die Wände hinab liefen, die künstliche Lüftung ersetzte, die man eine Zeit lang hatte zu Hülfe nehmen müssen? Das letzte ist wohl nur wenig wahrscheinlich.

(Der Schlufs folgt sofort im nächsten Hefte.)

11.

Der Tunnel von Lioran.

(Aus den „Annales des ponts et chaussées. Jahrgang 1846. 2ter Band." Von Herrn *Ruelle*, Brücken- und Wege-Ingenieur zu Aurillac.)

(Schlufs der Abhandlung No. 3. und No. 10. in diesem Bande.)

Beschreibung der Lüftungs-Vorrichtungen.

76. Das Mittel, einen Tunnel zu lüften, welches sich zunächst darbietet und welches auch das wirksamste ist, besteht darin, den Schacht durch eine recht dichte senkrechte oder wagerechte Bretterwand *zu theilen*, je nachdem man die verdorbene Luft nach der Seite oder nach oben treiben will. Diese Wand mufs so nahe als möglich bei dem Arbeits-Ort anfangen und aufsen an einen hohen Schornstein stofsen, durch welchen dann der Rauch und die Gase entweichen.

Aber dieses Mittel war hier wegen der zu grofsen Unregelmäfsigkeit der Wände, wegen der Einstürze und wegen des beständigen Steinsprengens, wegen dessen sich die Wand nicht weit genug hätte verlängern lassen, nicht anwendbar; auch würde es ungemein kostbar gewesen sein.

77. Wir hielten uns daher nach dem Rathe des Herrn *Combes* an das von ihm erfundene Lüftungswerkzeug mit krummen Flügeln, welches mit dem Innern des Schachts durch eine innere $3\frac{3}{8}$ Quadratfufs weite Röhre aus Brettern in steter Verbindung gehalten wurde (Fig. 18*a* und 18*b*).

Die Wände der Röhre bestanden jede aus zwei $12\frac{3}{4}$ F. langen fichtenen Brettern, welche mit Feder und Nuthe zusammengespundet und festgenagelt waren. Sie wurden aufserdem durch hölzerne Zwingen zusammengehalten; besonders an den Enden. Die Röhrentheile wurden in einander gesteckt, wie die Theile einer blechernen Ofenröhre. In die Fugen der Bretter legte man Streifen mit Erdpech getränkter grober Leinwand, und auch die Ecken der Röhre wurden inwendig mit eben dergleichen Erdpech verdichtet, welches aus einigen Sandsteinbrüchen im *Puy-de-Dome* kam. Die Röhre wurde auf Böcke, 19 Zoll hoch über dem Boden längs derjenigen Wand des Tunnels

gelegt, die der Eisenbahn im Stollen gegenüber war. Gegen die Einstürze wurde sie, wo es nöthig war, durch schräg gegen den Felsen gestellte alte Hölzer geschützt, die man mit alten Bohlen und Strauchbündeln bedeckte. Ungeachtet dieser Vorsicht wurden oft Röhrenstücke zerbrochen, und es hatte dann einige Schwierigkeit, neue einzusetzen.

Das Lüftungswerkzeug selbst, von welchem man Gebrauch machte, bestand aus einer kreisförmigen Scheibe von starkem Blech, 46 Zoll im Durchmesser, auf welche 7 krummlinige Flügel, ebenfalls von Blech, eingesetzt waren. Diese Flügel, welche Theile von Cylindern waren, reichten nicht bis zu dem Mittelpunct der Scheibe, sondern nur bis zn einem concentrischen Kreise von 27 Zoll im Durchmesser, welchen sie unter etwa 45 Grad schnitten. Aufserhalb berührten sie den Umfang der Scheibe [hatten mit ihnen dieselben Tangenten]. Ihr anderer äufserer Rand wurde durch eine kreis- und ringförmige Scheibe von Blech gehalten, welche mit den Rändern der Flügel in derselben Ebene lag und die, wenn man das Werkzeug um seine Axe drehte, beständig über eine viereckige bretterne Tafel hinstrich, welche senkrecht und fest stand (Fig. 18 *b*) und die eine Öffnung von 27 Zoll im Durchmesser hatte, welche auf diejenige der oben beschriebenen Röhre durch eine Tafel von Blech oder Zink gepafst wurde. Die Dreh-Achse der Scheibe ruhte mit dem einen Ende auf einem festen hölzernen Gerüst (Fig. 18 *a*), welches zugleich das Drehrad trug, mit dem andern Ende auf einer eisernen Querstange, welche durch den Mittelpunct ging und an den Rändern der kreisförmigen Öffnung der senkrecht stehenden hölzernen Tafel befestigt war (Fig. 18 *b*). Eine eiserne Stütze, auf dem untern Rande der Öffnung stehend, trug ebenfalls noch die Querstange.

Die bewegliche blecherne Scheibe war keine Ebene, sondern ein Theil einer Umdrehungsfläche, so geformt, dafs die Querschnitte der Räume zwischen je zwei Flügeln beim Aus- und Eingang das umgekehrte Verhältnifs der äufsern und innern Durchmesser hatten, damit die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft so viel als möglich vermindert würde (Fig. 18 *b*). [Wie es scheint sollte es nicht *umgekehrtes* sondern *grades* Verhältnifs heifsen, denn die Räume zwischen je zwei Flügeln sind aufsen weiter als innen. D. H.] So gelangten der Rauch und die verdorbenen Gase, die das Werkzeug aufsog, in die Räume zwischen den Flügeln, ohne Stofs und strömte in der Richtung der Tangenten am Umfange des Schöpfrades aus, ohne Verlust an lebendiger Kraft. Nach einer neueren Abhandlung des Herrn *Combes* hat er die Gestalt der Scheibe verändert, und die Geschwindigkeit der Luft-Ausströmung bleibt fast dieselbe.

An der Welle des Werkzeuges waren Rollen von verschiedenem Durchmesser befestigt, um die Geschwindigkeit der Umdrehung ändern zu können. Diese Rollen wurden durch ein Seil ohne Ende in Bewegung gesetzt (Fig. 18 *a*), das sich in die Rinnen eines Rades legte, welches ein oder zwei Leute mittels einer Kurbel umdrehten. Man kann auch den Durchmesser dieses Drehrades ändern. Die Lager seiner Welle gleiten in Einschnitten und werden durch Keile gehalten, damit man das Rad dem Schöpfwerke nähern oder es davon entfernen kann, um die rechte Spannung des Seils ohne Ende zu erlangen.

78. Die Masse Luft, welche das Werkzeug fortschafft, verhält sich wie die Geschwindigkeit der Umdrehung; insofern man die Reibung beim Einsaugen der Luft nicht berücksichtigt. Wenn c Cubikfufs Luft bei jeder Umdrehung um die Axe aus ihrer Stelle gebracht werden, die Umdrehung mag schnell oder langsam geschehen, so werden durch n Umdrehungen, die in einer bestimmten Zeit erfolgen, nc Cub. F. Luft in dieser Zeit ausgeschöpft. Also: je gröfser die Zuleitungsröhre ist, je gröfser ist die Wirkung. Macht man die Röhre kleiner, so mufs sich die Luft in derselben geschwinder bewegen. Damit nimmt der Widerstand an den Wänden zu und das Schöpfrad mufs also um so schneller umgedreht werden. Mit dem Schöpfrade im *Lioran* zog man in der Secunde $32\frac{1}{4}$ C. F. Luft auf 956 F. weit durch 150 Umdrehungen in der Minute aus dem Tunnel und das Rad umzudrehen war *eines* Menschen Kraft hinreichend.

79. Wenn das Werkzeug Luft *einblasen* sollte, mufsten die *äufsern* Seiten der Canäle [der Raum zwischen den Schaufeln] mit der Leitröhre in Verbindung gebracht werden, während die innern Öffnungen die atmosphärische Luft schöpften. [Sollten die Wirkungen nicht schon erfolgen, wenn man blofs das Rad, so wie es ist, in der Richtung umdreht, die der beim Ansaugen der Luft entgegengesetzt ist? D. H.] Aber man hat gefunden, dafs das *Ausschöpfen* des Rauchs und der verdorbenen Luft besser sei, als das *Einblasen* frischer Luft: theils weil sich das Werkzeug für Ersteres leichter einrichten läfst, theils, und vorzüglich, weil die aus der Zersetzung des Schiefspulvers entstehenden Gase, wie z. B. das kohlensaure und das schwefelsaure Gas, die schwerer als die atmosphärische Luft sind, durch die Wirkung auf das Ende der Röhre leicht in Bewegung gesetzt und in die Röhre getrieben werden, während die reine Luft, die durch die lange Röhre in das Innere des Tunnels gelangt, nur schwach die verdorbene Luft zurücktreibt und, da sie auf den ganzen Querschnitt des Tunnels wirken mufs, nicht hinreicht, die schwerern

Gase zu vertreiben. Auch ist es besser, wenn sich die Arbeiter nicht beständig im Rauch und verdorbener Luft zu bewegen haben.

An der Seite nach dem *Alagnon* zu würde man, wenn die Lüftung längere Zeit und viel Kraft erfordert hätte, um Kosten zu sparen, zu einer *Einblasemaschine* ein dort dicht am Eingange des Tunnels sich findendes 12 bis 16 F. hohes Wassergefälle benutzt haben und dann ein Wassergebläse statt eines Blaserades gemacht haben; indessen hätte man auch sicher sein müssen, dafs die Lüftung nicht während des *Frostes* nöthig war.

Fall einer Erstickung.

80. Zum Schlufs Dessen, was die Lüftung des Tunnels betrifft, bleibt uns noch übrig, den merkwürdigen Fall einer *Erstickung* zu beschreiben, welcher in dem Augenblick sich ereignete, wo man mit den beiden Strecken des Stollens zusammenstiefs. So wie der Vorbruch von beiden Seiten weiter vorrückte, wurde natürlich die Erneuerung der Luft immer schwächer; der Rauch vom Pulver und von den Lampen wurde immer weniger vertrieben und die Hitze nahm zu. Gleichwohl arbeiteten die Bergleute muthig fort; die Hoffnung, nun bald das so lange ersehnte Ziel zu erreichen, gab ihnen neue Kräfte. Kaum waren noch 12 bis 16 F. zu durchbrechen übrig und die Zeichen, welche man einander durch Hammerschläge auf den Felsen gab, wurden vollkommen verstanden. Alles zeigte an, dafs man dicht bei einander war, obgleich der Schall von derjenigen Seite zu kommen schien, an welche man das Ohr legte.

Man machte nun von jeder der beiden Strecken aus ein 12 bis 13 F. tiefes wagerechtes Probebohrloch und lud es mit einer bedeutenden Menge Schiefspulver, in der Absicht, die noch übrige, nicht starke Scheidewand durchzusprengen. Zuerst zündete man von der Seite nach dem *Alagnon* hin die Ladung an. Ich befand mich an der Seite vom *Viaguin* her, zog mich nebst den Arbeitern auf eine gewisse Entfernung zurück und erwartete mit Spannung den Schufs. Wir hörten nur einen dumpfen Knall, waren aber sehr betroffen, nicht das Zeichen zu vernehmen, welches uns die Arbeiter von der andern Seite geben sollten. Der Fels stand noch an seinem Orte, schien aber etwas gespalten; denn man hörte ein leises Rauschen von der quer durchströmenden Luft. Man wiederholte den Hammerschlagwirbel, aber nichts antwortete von der andern Seite. Es folgte eine angstvolle Stunde, denn wir fürchteten, dafs ein schrecklicher Unfall vorgekommen sei und dafs

die Arbeiter schnell sich zurückgezogen hätten, um die Verwundeten fortzuschaffen. Endlich brachte uns ein über den Berg gesendeter Bote die Nachricht, dafs sich unmittelbar nach der Entladung des Bohrlochs, welche keinen Rauch gegeben hatte, die vorgesetzten Bergleute der Stelle genähert hatten, um nach der Wirkung zu sehen. Sie hatten nur einen weifslichen Dampf bemerkt und waren davon, nebst den Leuten, die ihnen gefolgt waren, augenblicklich betäubt worden. Es waren ihrer zusammen, die Aufseher eingeschlossen, sieben. Die Lampen waren nicht verlöscht. Glücklicherweise liefen die Leute, welche 100 bis 130 F. weiter zurück am Nachbruch arbeiteten, schnell herbei, hoben, indem sie selbst den Athem anhielten, die Betäubten auf und führten sie schnell auf den Steinwagen aus dem Tunnel, wo sie allmälig an der freien Luft wieder ins Leben kamen. Die Erstickung war so plötzlich erfolgt, dafs mehrere beim Fallen auf das Steingerölle sich bedeutend verletzt hatten. Wäre der gleiche Fall in der Strecke nach dem *Viaguin* zu vorgekommen, wo der Nachbruch seit mehreren Monaten ausgesetzt worden war, so hätten alle Arbeiter am Vorbruch aus Mangel an Hülfe unfehlbar das Leben eingebüfst.

Erschreckt von diesem Ereignifs begab ich mich sogleich nach der Strecke von *Alagnon*, und an das Ende dieser Strecke gelangt, wollte ich versuchen, welche Empfindung die Arbeiter gehabt haben mochten. Der weifsliche Dampf war verschwunden, aber es war noch ein unbeschreiblich widerlicher Geruch vorhanden, verschieden von dem schwefelsauren Gase, welcher Schwindel erregte. Der Bergmann, welcher mit der Lampe vor mir stand, um mir die gesprengten Stellen zu zeigen, sank in sich zusammen und wir mufsten ihn forttragen. Die Arbeit konnte nur erst am folgenden Tage fortgesetzt werden und es ereignete sich nun nichts Besonderes weiter bis zur gänzlichen Eröffnung des Stollens.

81. Die Ursach des Ereignisses, welches, wie es scheint, bei der Vereinigung zweier langen Stollen, jeder mit nur einem Ausgang, öfter vorkommen kann, liegt ohne Zweifel darin, dafs plötzlich alle verdorbene Luft aus der Strecke vom *Viaguin* her, vom Westwinde durch die entstandenen Felsspalten in die Strecke nach dem *Alagnon* getrieben worden war; so wie in der stärkern Entwicklung von Stickgas aus dem Schiefspulver. Auch die Feuchtigkeit der Ladung, welche eine Zeit lang in dem Bohrloch gewesen war und ihr langsames, gleichsam, wenn man so sagen darf, *gebundenes* Verbrennen (denn die Wirkung war sehr gering und es entstand kein Rauch)

haben wohl auf die Zusammensetzung der Gase gewirkt. Ohne alles dieses hätte die Wirkung nicht so sehr verschieden sein können von der gewöhnlichen, wo man, selbst wenn eine Menge von Sprenglöcher zugleich abgeschossen worden, blofs von der Menge von Schwefeldampf belästigt wird. Hier wurde das nicht athmenbare Gas, mochte es vom *Viaguin* herkommen, oder aus der Entladung des Bohrlochs entstehen, und besonders das schwefelsaure Wasserstoffgas, welches so sehr schädlich ist und vielleicht in Menge sich entwickelt hatte, auf den natürlichen entgegengesetzten Luftstrom vom *Alagnon* stofsend, aufgehalten; es mochte ein augenblickliches Hin- und Herströmen entstehen, aller Zutritt frischer Luft mochte dadurch aufgehalten und so das Ende des Stollens ganz mit verdorbener Luft angefüllt werden. Besonders oben an der Decke war die verdorbene Luft merklich; sie mufste also leichter sein, als die atmosphärische Luft.

82. Nachdem jetzt die beiden Strecken des Tunnels oben an der Decke vereinigt sind, haben sich die Luftströmungen gegen früher verändert. Wenn dieselben blofs von dem gewöhnlichen Unterschiede der Wärme der Wände des Stollens und der äufsern Luft herrührten (welche erstere, von den Ausgängen an, wo die Wärme der Wände bald mehr bald weniger beträgt als die der äufsern Luft und nach innen zunimmt, bis zu 14 Centigraden in der Mitte), während die Wärme der äufsern Luft nach den Jahres- und Tageszeiten ab- und zunimmt: so müfste die äufsere Luft, welche im Winter kälter ist als im Tunnel, durch den Eingang vom *Viaguin* her, welcher niedriger liegt, einströmen und nach dem *Alagnon* hin, nachdem sie sich erwärmt hat, ausströmen; im Sommer müfste es umgekehrt sein. Aber der Unterschied des Eigengewichts der Luft ist weniger wirksam, als die Kraft der Winde, und gewöhnlich bestimmen diese die Richtung der Luftströmung. Beim Nordwinde bewegt sich die Luft im Tunnel von Nordost nach Südwest, und in entgegengesetzter Richtung beim Westwinde. Übrigens verschliefst man gewöhnlich das doppelte Thor in der Mitte der Länge des Stollens, welches man angebracht hat, damit nicht der Luftstrom die Lampen der Arbeiter zum flackern bringe: und dann verhält es sich in den beiden Strecken des Tunnels fast eben so wie vorher ehe sie vereinigt waren. Die Strecke nach dem *Viaguin* zu ist in heifsem und regnigem Wetter wärmer; die nach dem *Alagnon* ist es bei kaltem und trocknem Wetter.

83. Wahrscheinlich wird, wenn erst der Tunnel seinem ganzen Querschnitt nach durchgebrochen sein wird, die Luftströmung auf keine Weise beschwerlich sein: weder für die Reisenden noch für die Beleuchtung des Tunnels.

[Aber wahrscheinlich oft viel zu schwach, um die Luft zu *reinigen*. D. H.] Zur Beleuchtung werden Gaslampen unter gläsernen Kugeln, wie in der *Rivoli*-strafse zu Paris, alle 320 oder alle 160 F. eine, am besten sein, gespeiset mittels einer Leitröhre an der Decke entlang aus einem kleinen Gasometer am einen Ende des Tunnels. Die Beleuchtung mit Gas wird zwar fast doppelt so viel kosten, als die mit Öl, aber gleichwohl bedeutende Vorzüge vor derselben haben.

Vierter Abschnitt.

Von den Gewölben.

Einwendungen gegen das dabei beobachtete Verfahren.

84. Dergleichen sind gemacht worden: dagegen, dafs wir die Gewölbe erst anfingen, nachdem der ganze Stollen durchgebrochen war, statt dieselben allmälig mauern zu lassen, so wie der Durchbruch weiterrückte. Die Haupt-Beweggründe unseres Verfahrens waren folgende.

Erstlich. Da Einstürze erst vorkamen, als man schon tief in den Berg eingedrungen war, und nur stellenweise, so war aller Grund da, um zu glauben, dafs man noch weiter in den Fels hinein ein Gestein treffen würde, welches eben so fest sei, als das an den Eingängen. Diese Voraussetzung ergab sich aus der Bemerkung, dafs die Schichten und Säulen (welche man in der Zeichnung im Längsdurchschnitte sieht) abwechseln; und sie war auch ganz richtig. Sie allein war schon Beweggrund genug, nur erst immer weiter mit dem Bruch vorzudringen, um dann von einem Ende des Tunnels bis zum andern bei der Herbeischaffung der Baustoffe und beim Aufsetzen der Gewölbe frei sich bewegen zu können. Aufserdem nahmen die Einstürze nur durch das Zusammenbrechen der Stützhölzer zu, die unerwartet schnell verfaulten, so wie durch Unterbrechungen der Arbeiten, wegen ausbleibender Geld-Anweisungen.

Zweitens. Ungeachtet der künstlichen Lüftung, die nur weiterhin im Innern des Stollens wirksam war, würde sich doch die Luft für die Arbeiten am Gewölbe, welche in dickem Rauch nicht gut möglich waren, nicht genug haben reinigen lassen. Die Arbeit der Maurer würde die der Steinbrecher unterbrochen haben; denn die Wegschaffung des Ausbruchs war hier nicht

wohl mit der Herbeischaffung der Steine, der Werkstücke und des Mörtels zum Mauerwerk *gleichzeitig* thunlich; wie es der Fall ist bei Stollen die mehrere Schachte nach aufsen haben. Auch liefs sich der Ausbruch nicht wohl mit dem Aufsetzen und Abnehmen der Lehrbogen und dem Bewegen und Legen der Steine zugleich ausführen. Man hätte also nur Steinbrecher in der einen Strecke des Tunnels und nur Maurer in der andern abwechselnd arbeiten lassen müssen; welche Arbeit dann doch auch immer noch im Winter durch Frost und Schnee würde unterbrochen worden sein. So würden sich die Beschwerlichkeiten, welche bis zur Vereinigung der beiden Tunnelstrecken Statt fanden, ins Unbestimmte verlängert haben.

Drittens. Aus der Verschiedenheit der Aussichten, welche sich auf die *Nothwendigkeit* einer innern Bekleidung des Stollens mit Mauerwerk ergaben, so wie man auf eine neue Fels-Art stiefs, entstand viel Unsicherheit wegen der Wahl der Bekleidungssteine und der Anordnung der Gewölbe. Anfangs schien es, dafs es hinreichen werde, nur der Verwitterung der Felsen an einzelnen Stellen durch irgend eine Bekleidung vorzubeugen; weiterhin waren die Einstürze noch zu wenig bedeutend und hartes und mürbes Gestein wechselte zu sehr, als dafs die Nothwendigkeit eines, bis auf die Dicke, gleichförmigen Gewölbes auf die ganze Länge des Tunnels zu vermuthen gewesen wäre.

Suchen nach Bausteinen.

85. Erst nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es uns, im *Lioran* einige zu Mauer- und Werkstücken taugliche Trachytlagen zu finden. Diese Lagen fanden sich, wie verloren, entweder zwischen mürben Conglomeraten, oder zwischen aufserordentlich hartem Gestein, welches nur zum Steinschlag auf Chausséen benutzbar ist.

Auch alle Versuche, Ziegel zu bereiten, die zur Bekleidung der festern Stellen des Gesteins im Tunnel sehr nützlich gewesen wären, mifslangen. Die wenigen Thonlager, welche sich auf $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen weit finden, gaben nur schlechte Ziegel, welche beim Brennen barsten.

Die erdigen Theile des Ausbruchs aus dem Tunnel liefsen sich ebenfalls nicht formen. Aber, geleitet von der chemischen Zerlegung, welche Herr *Vicat* die Güte hatte damit vorzunehmen und welche eine grofse Ähnlichkeit mit der italienischen Puzzolane andeutete, haben wir versucht, und es gelang auch, diese Erde in Puzzolane zu verwandeln. Die Masse wurde zu dem Ende mitten in einem Kalkofen bis zur Kirschröthe geglüht; was anzu-

zeigen schien, dafs die meisten trachytischen Erzeugnisse nicht so vollständig geschmolzen gewesen sind, als die basaltischen Laven. Die Bestandtheile der erdigen Massen aus dem Tunnel waren zufolge der chemischen Zerlegung, mit denen der italienischen Puzzolane verglichen, folgende. Es enthalten:

	Die trachytischen Conglomerate	Die italienischen Puzzolane
Kiesel-Erde	50,90	52,66
Thon-Erde und Eisen	29,58	24,66
Kalk	3,74	7,65
Kohlensauern Kalk		2,96
Pott-Asche und Natrum	2,78	0,17
Magnesia		3,86
Wasser und Verlust	13,00	8,03
Zusammen	100,00	100,00.

Da wir aber Blöcke schwach-wasserfesten Kalks fanden, so zogen wir späterhin doch den Mörtel aus Kalk und Sand vor, obgleich der letztere schwer zu haben war; die Öfen und die sonst zur Bereitung der Puzzolane und Cemente nöthigen Vorrichtungen hatten wieder die davon zu hoffende Ersparung weggenommen.

86. Wir haben oben berichtet, dafs der eine Querschnitt des *Tunnels* eine *halbe Ellipse* von 22,3 F. breit und eben so hoch werden sollte. Der innere Querschnitt des *Gewölbes* sollte eine *halbe Ellipse* von 20,7 F. breit und 17,5 F. hoch sein. Die 19 Zoll übrig bleibenden Raums zwischen dem Gewölbe und dem Felsen waren nöthig, um die Schlufssteine einzusetzen; selbst da, wo das Gewölbe die geringste Dicke bekam. Gerade aufsteigende Widerlagen, obgleich durch dieselben die neue Curve etwas weniger mit der vorigen concentrisch wird und etwas Nach-Arbeit ihretwegen nöthig ist, sind hinreichend dadurch gerechtfertigt, dafs sie auf 9½ bis 12¾ F. hoch den Stollen etwas breiter machen; was für die Begegnung hochbeladener Wagen vortheilhaft ist. Die Widerlagen lassen sich aufserdem bequemer aufmauern und darauf die Lehrbogen für die Ellipse genauer setzen; auch sind sie nicht so hoch, dafs der Übergang von der geraden Linie zur Ellipse sehr merklich wäre. Von den 20,7 F. Breite bekommt die Chaussée 16 F. und jeder Fufspfad 2,35 F. Wahrscheinlich werden aber die Fufsgänger gewöhnlich mitten auf der Chaussée gehen, weil der Verkehr hier nie so stark sein wird, dafs man nicht Zeit behalten sollte, sich nach der Seite zu begeben, um Wagen oder Reiter vor-

[illegible]. Nur das ist zu bedauern, dafs man nicht 22,3 F. statt [illegible] F. innere Breite angenommen und die Chaussée 19 F. breit gemacht hat, weil sich darauf öfters Wagen begegnen werden; desgleichen Reiter in [illegible] wei im *Cantal* fast alle Landleute zu Pferde reisen; so wie auch [illegible]. Die Fufspfadtafeln bedecken kleine Rinnen zur Ableitung des zusickernden Wassers, welches durch kleine Ausgüsse am Fufse der Gewölbe zu denselben gelangt. Auch dienen sie zu Radstöfsern, damit sich die Fuhrwerke nicht zu sehr den Wänden nähern können. Die Rinnen unter den Fufspfadtafeln nehmen die 6 Zoll Breite ein zwischen den Grundsteinen der Gewölbe und den Bordsteinen der Chaussée; wie es in (Fig. 12) zu sehen ist. Aus Besorgnifs, die Rinnen würden sich nicht bequem reinigen lassen, hatte Anfangs die obere Baubehörde es für besser erachtet, die Pfadtafeln überragen und das Wasser darunter fliefsen zu lassen, wie in den neuen Pariser Strafsen.

87. Einen Versuch ausgenommen, das Gewölbe aus *Ziegeln* zu mauern, mit abwechselnden Schichten von grob behauenen Werksteinen, welche Schichten man mehrerer Festigkeit wegen mauerte, so wie, um so an den etwa nachstürzenden Stellen fortfahren zu können (welche Schichten aber die Oberbehörde des Bauwesens, für den Fall dafs man mit den Ziegeln fortführe, verwarf, damit sich das Mauerwerk nicht ungleich setzen möge), sind alle Gewölbe aus grofsen *Werkstücken* gemacht, von 11½ bis 23 Zoll lang; je nach dem geringern oder gröfsern Widerstande, welchen das Gewölbe leisten soll, und von 12½ bis zu 7¾ Zoll hoch in den Lagen. Es befinden sich an jeder Seite, von dem Grundstein an bis zum Schlufsstein, 12 Lagen zu 12½ Zoll hoch, 10 Lagen von 9½ Zoll und 7½ Lagen von 7¾ Zoll hoch; was, mit Einschlufs der Fugen, die etwa 2½ Linien dick sind, eine Ausdehnung von 51 F. giebt. Um das Behauen der Steine zu erleichtern, hat man die Lehren aus 5 Kreisbogen zusammengesetzt, welche sehr nahe mit der Ellipse zusammenfallen. Die 12½ Zoll hohen Steine werden auf den einen, die 9½ Zoll hohen Steine auf den andern und die 7¾ Zoll hohen Steine auf den dritten und letzten Kreisbogen gelegt.

Beschreibung des Wölbens.

88. Ehe man ein Stück Gewölbe anfängt, werden die Wände des Ausbruchs überarbeitet. Man löset Alles ab, was fallen könnte, und stellt überall das richtige Maafs her. Damit diese Überarbeitung genau werde, bedienen sich die Bergleute eines Gerüstes (Fig. 20 *a. b.* und *c.*), bestehend aus drei auf Schwellen stehenden und fest mit einander verbundenen Wänden.

Das Gerüst steht auf Rädern und kann auf starken Hölzern, mit 1 auf 34½ Abhang, fortbewegt werden, die längs den Wänden in gleichen Entfernungen von der Mittellinie gelagert und, um die Reibung zu vermindern, mit eisernen Schienen belegt sind, welche eine Rinne haben, in welcher der Spurkranz der Räder rollt, so dafs dieselben nicht zur Seite weichen können. Es ist hinreichend, den Abstand der Gerüstwände von den Felsen zu messen, oder auch nur nach dem Augenmaafs zu schätzen, um danach das nöthige Nacharbeiten zu bestimmen. Für den Raum über dem Gerüste bedient man sich einer Bretterwand. Das Gerüst wird auf etwa 320 F. rückwärts gerollt, wenn Bohrlöcher gesprengt werden sollen. So wie die Nach-Arbeit vorrückt, werden die Wegeschienen weggenommen und eine nach der andern weiter vorwärts gelegt.

89. Hierauf bricht man zu den Fundamenten 3½ F. breit und 13½ Zoll tief auf und ebnet den Fels sorgfältig. Findet sich verwittertes Gestein, so bricht man weiter, bis auf die feste Masse, und gleicht den Boden mit Béton oder rohem Mauerwerk aus. Dann werden die Grundsteine aus Werkstücken, die mit dem Spitzhammer behauen sind, in flüssigen Mörtel gesetzt; in Richtung und Abhang nach Pfählen in der Mittellinie des Tunnels. Die Grundsteine springen vor die grade-aufgehende Widerlage 9½ Zoll vor. Diese, so wie die folgenden Schichten, bis auf 10½ F. hoch, lassen sich leicht aufführen. Die Maurer treten auf kleine Bockgerüste, und Steine und Kalk tragen die Handlanger auf dem Rücken herbei und reichen sie auf Leitern den Maurern zu. Für die übrige Höhe setzt man die Lehrbogen auf. Auf die untern Querschwellen derselben werden der Länge nach Bretter gelegt. Die Steine wurden, je nach ihrer Gröfse, hinaufgetragen, oder durch Seil und Rolle hinaufgewunden. Die Lehrbogen werden 4 F. von Mitte zu Mitte von einander entfernt gestellt und jeder besteht aus zwei Theilen, welche bequem einzeln zusammengesetzt werden können. Der untere Theil besteht aus einer Querschwelle, zwei schrägen Trageständern und zwei Kopfbändern. Eine senkrechte Stütze in der Mitte der Querschwelle dient noch zur Verstärkung, an Stellen, wo der Fels einstürzte. Der obere Theil des Lehrbogens besteht aus zwei Querschwellen, durch Rahmen verbunden, und aus Streben von den Enden der obern Querschwellen gegen ein Mittelstück. Zu dem allmälig aufsteigenden Mauerwerk legen die Maurer 3 Zoll im Geviert starke Schalhölzer, die über je drei Lehrbogen reichen. Wenn man das Gewölbe aus Ziegeln gemacht hätte, sollten die obern Theile der Lehrbogen blofs aus Bohlensparren bestehen (Fig. 12 und 13).

Nachdem man bis zu dem Schlufsstein des Gewölbes gelangt ist, können sich die Arbeiter, da wo es an Höhe fehlt, nicht mehr der gewöhnlichen Schalhölzer bedienen, sondern man mufs kleine Querbretter zu Hülfe nehmen, die in Pfalzen der letzten Schalhölzer zu beiden Seiten der Öffnung ruhen, und der Maurer zieht sich allmälig zurück, so wie er das Gewölbe vor sich geschlossen hat.

Die Lehrbogen stehen nicht unmittelbar auf den vorspringenden Grundsteinen, sondern auf schräg geschnittenen Schwellen, die auf dieselben gelagert sind. Der obere Theil des Lehrbogens wird mit dem untern durch Schraubenbolzen verbunden, die man nach Erfordern anzieht. Zwischen die beiden Querbalken treibt man doppelte Keile, so, dafs ein Zwischenraum von etwa 4 Zoll entsteht. Beim Abnehmen der Lehrbogen löset man allmälig diese Keile und senkt den Bogen. Den untern Theil des Lehrbogens wegzunehmen, hat keine Schwierigkeit, da der Druck des Gewölbes auf denselben fast Null ist.

Diese Art der Lehrgerüste zeigte sich sehr angemessen, und sie waren sehr fest. Die elliptische Krümmung, nach Puncten berechnet, wurde erst auf einem recht ebenen Bretterboden gezeichnet. Danach wurde ein Lehrbogen geschnitten, und dieser diente nun zur Chablone für alle übrigen. Es fand sich unnöthig, unter die Schwellen oder Trageständer der Lehrbogen gufseiserne Rollen zu setzen, um mehrere Lehrbogen zugleich fortrücken zu können; denn da man nur erst die Stellen, wo der Fels eingestürzt war, mit Gewölben bekleiden wollte, so war kein fortlaufendes Gewölbe, sondern nur stellenweise ein Gewölbe zu machen.

90. Die Übermauerung des Gewölbes wird beinahe parallel mit der innern Rundung aufgeführt und das Mauerwerk mit dem Felsen in durchaus keinem Zusammenhalt gebracht. Man füllt die Fugen der Übermauerung sorgfältig mit Mörtel und Steinschlag, bis zu gleichförmiger Dicke, und streicht sie an der äufsern Seite aus, von welcher dann noch bis zum Felsen ein kleiner Zwischenraum bleibt, der mit trocknen Steinstücken gefüllt wird, damit das Einsickern des Wassers möglichst aufserhalb des Gewölbes bleibe. Wenn in Folge von Einstürzen der Raum zwischen dem Felsen und der Übermauerung gröfser ist, so verstärkt man das Gewölbe noch durch ein Mauerwerk von unbehauenen aber ausgewählten Steinen, in Mörtel aus Kalk und Sand und in der Verlängerung der Gewölbfugen. Der Rest wird mit Felsbrocken und Steinen gefüllt. Es giebt Stellen, wo die Ausfüllung auf den laufenden Fufs mehr als 50 C. F. beträgt.

Überall, wo an der Decke Wasser durchsickert, bekleidet man die Übermauerung mit einem 2 bis 2½ Zoll dicken Überzuge von Béton; gemischt mit Einfünftheil (seiner Masse nach) Cement von *Cahors*, damit der Béton schneller binde. Dieser Cement, in Pulver, ähnlich dem römischen, wird mit dem Mörtel erst im Augenblick des Verbrauchs zusammengeknetet. Der Überzug endigt über den Gewölbrippen 6½ F. unter der innern Krümmung, um so zum Theil die Füllung zu bedecken und das Wasser nach den Wänden hinzuleiten. Man wollte Anfangs das Wasser in kleine Canäle fangen, die den Abhang des Bodens des Tunnels bekommen sollten und es von da in kleine, hinter dem Mauerwerk ausgesparten senkrechten Röhren nach den Ausgüssen über den Grundsteinen leiten. Aber dies hätte wenig Nutzen gehabt, weil an den Seiten eben so starke Einsickerungen vorkommen, als an der Decke. An den gefährlichen und feuchten Stellen mufs wohl gar die ganze Bekleidung aus Cement, mit Eindrittheil Sand gemengt, gemacht werden, damit sie schnell genug so hart werde, das sich die Füllung einbringen läfst, ohne die Bekleidung einzudrücken, und um dann die Stützen wegnehmen zu können. Da an den feuchten Stellen, wo nicht Raum genug bis zur Wand bleibt, um später dahin gelangen zu können, die Ausfüllung sogleich gemacht werden mufs, wie das Gewölbe aufsteigt, so ebnet man die Bekleidung jeder Gewölbeschicht und bedeckt sie mit Brettern, gegen welche man die rohen Steine einrichtet.

An einigen Stellen war der Raum über dem Gewölbe, seiner besondern Gestalt wegen, auszufüllen besonders schwierig; zum Beispiel da, wo eine lockere Felsschicht zwischen zwei fest stehen gebliebenen Sahlbändern allmälig eingestürzt und dadurch eine Art grofser Schornstein entstanden war, dessen Wände senkrecht aufstiegen. An solchen Stellen setzte man gegen einen der Sahlbänder, über die Übermauerung, ein prismatisches Zimmerwerk, welches beinahe bis zum Gipfel des Raumes reichte und aus vier starken Ständern bestand, die durch Querhölzer verbunden waren, über welche man Brettstücken legte. Die Arbeiter, welche in dem Innern dieses Kastens stufenweis aufgestellt waren, reichten einander die Füllmasse zu, welche sie dann auf das Gewölbe herabliefsen, wo andere Arbeiter sie ordneten und lagerten. Wenn so die Füllung bis zum obern Verbande des Gerüstes gelangt war, machte man rundum eine rohe Mauer; hierauf legte man quer einige Bretter, blofs eine Öffnung lassend, um Steine darauf legen zu können. So stieg man stockwerkweise hinab, immer stufenweise die verlassenen Räume bis zum Schlufsstein bekleidend. Das Holzwerk *blieb* zwischen den Steinen; auch blieben

wohl einige kleine Höhlungen, aber nicht von solchem Umfange, dafs von einer Senkung der Masse Gefahr für das Gewölbe zu fürchten gewesen wäre. [Diese Beschreibung ist wohl nicht ganz deutlich. D. H.]

Die Steine zur Füllung wurden zum grofsen Theil aus den Abgängen und den Einstürzen gewonnen; indessen mufste man sie auch zuweilen von aufsen herbeiholen, so lange die Steinkarren nicht bis zu dem Nachbruch gelangen konnten.

Stelle des grofsen Einsturzes.

91. Hier waren die Schwierigkeiten von ganz anderer Art. Wir haben oben gesehen, dafs man, um dem Weitergehen des Einsturzes vorzubeugen, genöthigt war, den Tunnel bis auf 24 F. hoch wieder mit dem weiter folgenden Ausbruch auszufüllen, auf welche Ausfüllung dann ein starkes Zimmerwerk zur Stützung gesetzt wurde. Nun aber kam es darauf an, die Ausfüllung wieder wegzuschaffen, um das Gewölbe mauern zu können, aber ohne das Stützwerk wegzunehmen. Wir waren Anfangs dabei stehen geblieben, an jeder Seite, an der Wand, einen $4\frac{1}{2}$ F. weiten Stollen zu brechen, der bis unter die Querschwellen des Zimmerwerks reichen sollte, deren Enden man durch starke, gegen den Felsen gestemmte Streben stützen wollte. Aber, aufser der Schwierigkeit des Ausbruchs von so geringer Breite und des Wegschaffens grofser Steinmassen, gemengt mit dicken Hölzern, die nach einander durchsägt werden mufsten, so wie der Schwierigkeit, eine Verblendung zu machen, die stark genug wäre, dem Druck der Masse in der Mitte zu widerstehen, wäre man auch in Gefahr gerathen, sich noch gröfsere Schwierigkeiten zu bereiten, sowohl beim Aushöhlen des Fundaments durch Sprengen mit Pulver, in der Breite, die für die Dicke des Mauerwerks nöthig war, als auch bei der Verbindung des bis zu 13 F. Höhe gelangten Gewölbes durch Querbänder mittels anderer auf die Mittellinie senkrechter Blendungen. Was sich in beweglichem Boden thun läfst, war hier im Felsen nicht ausführbar. Das obere Zimmerwerk liefs auch nicht auf einige Länge durch hölzerne oder gufseiserne Säulen sich stützen und schwebend erhalten, wegen der ungeheuern Last, die es zu tragen hatte; so wie wegen des Verfaulens des Holzes, welches seine Tragkraft vermindert. Viele Stücke Holz hatten schon in Folge des Setzens der Ausfüllung nachgegeben und einige waren zerbrochen.

92. Wir verfuhren unter diesen Umständen anders; wie folgt. Man sehe (Fig. 16 *a. b. c.*).

Nachdem das fertig gewordene Gewölbe bis an den Fufs der Ausfüllung gelangt war, legte man, etwas unter dem obern Rand ihrer Böschung, ein starkes Holz *CC* wagerecht, dessen beide Hälften, nachdem sie vorher mit ihren Enden in den Felsen eingestemmt waren, ineinander gekämmt und durch dicke eiserne Bänder mit einander verbunden wurden. Gegen diese Hölzer setzte man senkrechte Bohlen, welche die Ausfüllung hinter sich zurückhielten, während man dieselben vorn wegnahm. 6 F. tiefer legte man wieder ein solches Querholz und setzte gegen dasselbe und gegen die Enden der obern Bohlen wieder Bohlen; und so weiter, bis zum Boden des Tunnels. Die Arbeiter stellten sich, um dieses Bollwerk zu machen, vor das Querholz *CC* auf die Böschung der Ausfüllung und brachten die untern Enden der Bohlen zwischen das Querholz und die Steintrümmer, welche sich auf 15 bis 19 Zoll hoch von selbst hielten. Darauf trieben sie die Bohlen mit starken Hammerschlägen senkrecht hinab in die Masse, so wie man sie allmälig fortschaffte.

Diese Bollwerke wurden noch mit Streben *CH* gegen die Querhölzer und den Boden gestützt. Man konnte darauf das Gewölbe um die Breite des Fufses der Böschung, also um $22\frac{1}{2}$ F. fortsetzen. Hier gelangte man zu dem Anfange des hölzernen Stützwerks. Um mit der Wegräumung der Ausfüllung weiter fortfahren zu können, mufste man sich eine Art von Decke über dem Tunnel verschaffen, die aus aneinandergelegten 19 Zoll dicken tannenen Stämmen gemacht wurde, um die aus ihrer Lage gekommenen Hölzer zu stützen und jeden Einsturz von den Arbeitern abzuhalten. Dies war sehr schwierig und gefahrvoll. Man mufste alle diese tannenen Stämme durch eine Öffnung bringen, die man zu dem Ende vorsätzlich im Gewölbe gelassen hatte, an einer Stelle, wo Höhe genug vorhanden war, um sie *umlegen* zu können. Hierauf legte man das eine Ende derselben auf einen Aufsatz von trocknen Steinen auf dem Ende der Übermauerung des Gewölbes, das andere auf ein starkes Holz *E*, welches auf die Schwellen des Stützwerks fest gelagert wurde. Aufserdem wurden die Stämme noch durch Streben gestützt.

93. Nach Diesem ging man an die Errichtung eines neuen Bollwerks, um die Ausfüllung senkrecht abzuschneiden; aber nun krachte das obere Zimmerwerk *G*, welches jetzt nicht mehr hinreichende Stützen hatte, auf eine erschreckende Weise, während zugleich Steinblöcke und dahinter aufgehäufte Trümmer sich gegen die eingebrochene Wand Bahn machten und bis zu dem Fufse des Nachbruchs rollten. Es kam sogar, dafs grofse, von der Decke ab-

gelösete Massen das Stützwerk und zugleich die darunter liegenden Stämme durchbrachen. Alle Entschlossenheit der seit fünf Jahren an diese Art von Arbeiten gewöhnten Bergleute und die ununterbrochene Gegenwart der Aufseher waren nöthig, um die weitere Ausdehnung des Einsturzes zu verhindern. Es gelang dies auch glücklicherweise, mit vieler Mühe und vielen Kosten, vermittels Unterzüge, die in die Wände eingestemmt wurden und durch eine Menge von Stützen *D*, die man nach allen Richtungen hin anbrachte. Aufserdem wurden die nach der Länge des Stollens neben einander und bis so nahe als möglich an die Wände heran gelegten Baumstämme mit einem Haufen von Baum-Ästen und Baumzweigen bedeckt, um durch diesen biegsamen Belag die Stöfse zu schwächen und das Zerbrechen der Stämme zu verhüten, wenn etwa das obere Zimmerwerk nachgäbe.

So fuhr man 80 F. weit fort; als so weit der starke Einsturz ging, der bis zu 64 F. Höhe erreichte. Man ging mit dem kleinen eingefafsten Vorstollen je 12, 16 bis 19 F. vor und mauerte dann auf diese Länge das Gewölbe. Man machte die Widerlagen und die Theile des Gewölbes, welche sich gegen die Wände stützen, 23 Zoll dick. Von da an setzte man auf die zum Auflager zugehauene Wände ein zweites Gewölbe (Fig. 16 *a*), welches das Hauptgewölbe bis zum Schlufsstein verdoppelte und nur um ein Geringes davon abstand, damit jedes für sich besonders sich setzen konnte.

Anfangs hoffte man, ein zweites Gewölbe auf das innere, so nahe als möglich an die Felswand setzen zu können, um den Abstand davon zu vermindern; aber dies erwies sich bald als unausführbar; sowohl der Gefahr wegen, als weil die Gestalt des Einsturzes gar zu ungleich war und hier weit in die Höhe, dort weit in die Breite sich erstreckte.

94. Die Erfahrung hat indessen so viel bewiesen, dafs ein 38½ Zoll (1 Metre) dickes Gewölbe, unter Umständen wie hier, und aus Werkstücken von Trachyt verfertigt, vollkommen stark genug ist, um Einstürzen zu widerstehen, die etwa noch vorkommen möchten, nachdem die Übermauerung eine gewisse Höhe erreicht hat; um so mehr also dann, wenn erst der ganze Raum zwischen dem Gewölbe und dem Felsen ausgefüllt ist. Denn alsdann kann eine Senkung nur noch mit der Zeit durch das Verfaulen der Hölzer entstehen; was aber zuletzt verschwinden mufs, weil die Blöcke, welche sich von den Wänden ablösen, zerstückelt einen gröfsern Raum einnehmen und also bald die entstandene Höhlung ausfüllen.

95. Alles was zu den Gewölben nöthig und im Voraus nach den Eingängen des Tunnels in Vorrath hingeschafft war, wurde auf Schienenwagen, in dem Maafse wie es gebraucht wurde, an Ort und Stelle geschafft, in Ordnung gelagert und den Arbeitern zur Hand gebracht. Der Mörtel wurde, da man täglich nur etwa 65 C. F. in jeder der beiden Tunnelstrecken verbrauchte, mit der Hand auf einer Bretterlage durch Schlägel und Stämpfer bereitet. Die Handhabung desselben, so wie das Löschen des Kalks, erforderte viel Vorsicht und war kostbar, wegen der vielen nicht sich löschenden Stücke aus dem wasserfesten Kalk von *Veyraguet,* der sich schwer von dem fetten und andern Kalk sondern liefs, mit welchem zusammen er gewonnen wurde. Wir gelangten übrigens zu einem guten Mörtel.

Die Gewölbe hätten viel schneller hergestellt werden können, wenn nicht den Bedarf dazu herbeizuschaffen so schwierig gewesen wäre, und wenn es nicht an Arbeitern gefehlt hätte. Wir konnten nur 10 Maurer anstellen, welche täglich etwa $3\frac{1}{2}$ laufende Fufs Gewölbe zu Stande brachten, während recht gut 20 Maurer, und auch des Nachts, hätten arbeiten können. Man hätte in 24 Stunden in jeder der beiden Tunnelstrecken $13\frac{3}{4}$ laufende Fufs Gewölbe und so dasselbe in *einem* Jahre vollenden können; mit Ausnahme der Stellen des starken Einsturzes, welche zu viele Vorbereitungen erforderten, und derjenigen, wo blofs der Vorbruch gemacht wurde. Jedenfalls waren zwei Jahre zum Nachbruch nöthig, wenn man das Mauerwerk und die übrige Nach-Arbeit gleichzeitig ausführte. Ein Jahr mehr wird wegen des Ausbleibens der Geld-Anweisungen nöthig gewesen sein.

96. Wir werden, hier unten folgend, im Einzelnen die Kosten der Gewölbe unter den verschiedenen Verhältnissen derselben angeben.

Die mit dem Spitzhammer behauenen grofsen Werkstücke zu der Gründung des Gewölbes haben bis zur Stelle, mit Einschlufs der Vergütigung für den Unternehmer, 31 Thlr. 12 Sgr. und die eben so behauenen Steine zum Gewölbe 14 Thlr. 26 Sgr. die Schachtruthe gekostet; letztere mit einer Zulage von 15 Thlr. 13 Sgr. für die Quadratruthe innere Fläche des Gewölbes. Der Kalk kostete 41 Thlr. 4 Sgr. die Schachtruthe, der Sand 11 Thlr. 3 Sgr., also die Schachtruthe Mörtel, aus 45 Theilen Kalk und 90 Theilen Sand bestehend, 28 Thlr. 24 Sgr.; wozu noch 5 Thlr. 7 Sgr. für die Bereitung kommen. Die Lehrbogen, welche mit Einschlufs der Verschalung 97 C. F. Masse enthalten, von der Mitte eines Bogens bis zur Mitte des nächsten 4 F. entfernten, sind mit $9\frac{2}{3}$ Sgr. der Cubikfufs bezahlt worden; wozu noch die Kosten der $3\frac{7}{8}$ Pfd. schweren Bolzen

kommen. Da die Lehrbogen im Durchschnitt 10mal gebraucht wurden, so ist nur der 10te Theil ihrer Kosten für Holz und Eisen anzusetzen; was 11 Thlr. 3 Sgr. für die laufende Ruthe Tunnel beträgt.

I. Kosten einer laufenden Ruthe Gewölbe von 12,62 Zoll dick, an festen Stellen des Tunnels.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 48,73 C. F. Werkstücke zur Gründung . . .	10 Thlr.	19 Sgr.		
Für 642 C. F. behauene Steine zum Gewölbe . .	66 -	10 -		
Zulage für 4,415 Q. R. innere Fläche	68 -	4 -		
Für 183 C. F. Mörtel	42 -	24 -		
Für die Lehrbogen	11 -	3 -		
Zusammen für die Baustoffe			199 Thlr.	— Sgr.
Auf- und Abladen und Anfuhr von Baustoffen auf 133 Ruthen weit in den Tunnel.				
Für 3 Tage Fuhrwerk zu 1 Thlr. 14½ Sgr. und 7½ Hand-Arbeitstage, zu 17,6 Sgr., ...	8 Thlr.	26 Sgr.		
Zum Zutragen der Baustoffe 115 Arbeitstage, zu 17,6 Sgr.,	8 -	26 -		
Für 28¼ Arbeitstage der Maurer, zu 28 Sgr., . .	26 -	11 -		
Für 7½ Arbeitstage der Zimmerleute, zum Aufstellen und Wiederwegnehmen der Lehrbogen, zu 20 Sgr.,	5 -	— -		
Zum Abputzen und Ausstreichen der Fugen 8½ Arbeitstage	7 -	27 -		
Thut	57 Thlr.	— Sgr.		
Hiezu 5 Procent an Nebenkosten	2 -	25½ -		
Und 10 Procent für den Unternehmer	5 -	21 -		
Zusammen für Arbeitslohn			65 -	16½ -
Thut zusammen für die laufende Ruthe Gewölbe			264 Thlr.	16½ Sgr.
Und für den laufenden Fuſs			22 Thlr.	1½ Sgr.

II. Kosten einer laufenden Ruthe Gewölbe von 15,29 Zoll dick, an Stellen leichter Einstürze.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 48,43 C. F. Werkstücke zur Gründung . . .	10 Thlr.	19 Sgr.		
Für 778 C. F. behauene Steine zum Gewölbe . .	80 -	12 -		
Zulage für 4,415 Q. R. innere Fläche	68 -	4 -		
Für 244 C. F. Mörtel	57 -	2 -		
Für die Lehrbogen	11 -	3 -		
Zusammen für Baustoffe			227 Thlr.	10 Sgr.
Zum Auf- und Abladen und Anfuhr der Baustoffe, mit Einschluſs derer zur Übermauerung, 3¾ Tage Fuhrwerk und 9½ Arbeitstage	11 Thlr.	1½ Sgr.		
Zum Zutragen der Baustoffe 18¾ Arbeitstage . .	11 -	1½ -		
Bis hierher	22 Thlr.	3 Sgr.	227 Thlr.	10 Sgr.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Bis hierher	22 Thlr.	3 Sgr.	227 Thlr.	10 Sgr.
Für 37⅔ Arbeitstage der Maurer	35 -	4 -		
Für 9⅓ Arbeitstage der Zimmerleute zum Aufstellen und Wieder-Abnehmen der Lehrbogen . . .	6 -	8 -		
Zum Abputz und Ausstreichen der Fugen, 8½ Arbeitstage	7 -	27 -		
Thut	71 Thlr.	12 Sgr.		
Hiezu 5 Procent an Nebenkosten.	3 -	17 -		
Und 10 Procent für den Unternehmer	7 -	4 -		
Zusammen für Arbeitslohn			82 -	3 -
Thut zusammen für die laufende Ruthe Gewölbe			309 Thlr.	13 Sgr.
Und für den laufenden Fuſs			25 Thlr.	23 Sgr.

III. Kosten einer laufenden Ruthe Gewölbe von 24,85 Zoll dick, an Stellen starken Einsturzes.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 48,43 C. F. Werkstücke zur Gründung . . .	10 Thlr.	19 Sgr.		
Für 972 C. F. 19 Zoll hoch behauene Steine zum Gewölbe	100 -	14 -		
Zulage für 4,415 Q. F. innere Fläche	68 -	4 -		
Für 390 C. F. ausgewählte kleine Steine, zu 3 Thlr. die Schachtruthe, ...	8 -	1 -		
Für 341 C. F. Mörtel	79 -	27 -		
Für die Lehrbogen	11 -	3 -		
Zusammen für Baustoffe			278 -	7 -
Zum Auf- und Abladen und Anfuhr der Baustoffe, mit Einschluſs derer zu Ausfüllung, 4¾ Tage Fuhrwerk und 12¼ Arbeitstage	14 Thlr.	2 Sgr.		
Zum Zutragen der Baustoffe 24 Arbeitstage . . .	14 -	11 -		
Für 45 Arbeitstage der Maurer; auch bei der Ausfüllung, ...	42 -	5 -		
Zur Ausfüllung des Raums über dem Gewölbe, von etwa 17 Schachtruthen, 3¾ Tage Fuhrwerk und 30 Arbeitstage	23 -	6 -		
Für 11¼ Arbeitstage der Zimmerleute beim Aufstellen und Wieder-Abnehmen der Lehrbogen . . .	7 -	16 -		
Für den Abputz und das Ausstreichen der Fugen .	7 -	27 -		
Thut	109 Thlr.	7 Sgr.		
Hiezu 5 Procent für Nebenkosten	5 -	14 -		
Und 10 Procent für den Unternehmer	10 -	28 -		
Zusammen für Arbeitslohn			125 -	19 -
Thut zusammen für die laufende Ruthe Gewölbe			403 -	27 -
Und für den laufenden Fuſs			33 Thlr.	19 Sgr.

IV. Kosten einer laufenden Ruthe Gewölbe von 22,94 Zoll dick unten und 38,23 Zoll dick auf 32 F. obere Ausdehnung.

Für 60,64 C. F. Werkstücke zur Gründung . . .	13 Thlr.	9 Sgr.		
Für 1657 C. F. behauene Steine zum Gewölbe . .	171 -	4 -		
Für 7,07 Q. R. Fläche zu behauen	109 -	4 -		
Für 487 C. F. Mörtel	113 -	10 -		
Für die Lehrbogen	11 -	3 -		
Zusammen für Baustoffe			418 Thlr.	— Sgr.
Zum Auf- und Abladen und zur Anfuhr der Baustoffe auf 160 Ruthen weit, 9½ Tage Fuhrwerk und 24½ Arbeitstage .	30 Thlr.	11 Sgr.		
Zum Zutragen der Baustoffe 45 Arbeitstage . . .	26 -	15 -		
Für 67½ Arbeitstage der Maurer	63 -	8 -		
Zur Ausfüllung des Raums über dem Gewölbe von ungefähr 51 Sch. R. 113 Arbeitstage von Bergleuten, im Durchschnitt zu 24 Sgr., ...	90 -	11 -		
Für 15 Arbeitstage der Zimmerleute beim Aufstellen und Wieder-Abnehmen der Lehrbogen . . .	10 -	— -		
Für den Abputz und das Ausstreichen der Fugen .	7 -	27 -		
	228 Thlr.	12 Sgr.		
Hiezu 5 p. c. für die Nebenkosten	11 -	13 -		
Und 10 p. c. für den Unternehmer	22 -	26 -		
Zusammen für Arbeitslohn			262 -	21 -
Thut zusammen für die laufende Ruthe Gewölbe			680 Thlr.	21 Sgr.
Und für den laufenden Fufs			56 Thlr.	22 Sgr.

97. Man sieht aus den Berechnungen No. III. und IV., wie sehr die Kosten des Gewölbes durch die Einstürze erhöht wurden, und es sind in die Rechnung noch nicht einmal alle die Kosten der Nachbesserungen und der Befestigung der Decke und der Wände aufgenommen. Dieselben können noch bei No. III. 30 bis 50 Thlr. auf die laufende Ruthe betragen, wo ein Raum von 12 bis 22 Sch. R. auf die laufende Ruthe zu füllen war und wo das Gewölbe 24 bis 30 Zoll dick gemacht wurde, und über 300 Thlr. auf die laufende Ruthe an der Stelle des grofsen Einsturzes, wegen der Schwierigkeit der Arbeit und der Verzögerung durch das Ausbrechen der kleinen Stollen. Auf eine kurze Strecke waren die Kosten *noch* viel gröfser, wegen der ungeheuer grofsen Höhlung, die sich gebildet hatte und die wohl 7 Quadratruthen Querschnitt über dem Gewölbe hatte.

Glücklicherweise waren die gefährlichen Stellen gegen die übrigen nur kurz, und *im Durchschnitt* betrugen die Kosten der Gewölbe nur etwa für

Baustoffe	230 Thlr.	— Sgr.	
An Arbeitslohn auf die laufende Ruthe	100 -	— -	
Will man hiezu noch die Kosten der übrigen Arbeiten rechnen, so sind anzusetzen:			
Für die Aushöhlung und die Zubereitung des Chausséekörpers	15 -	2 -	
Für die Bordsteine der Chaussée zu setzen und die Fufspfade zu legen	40 -	5 -	
Für die Verfertigung der Chaussée	7 -	16 -	
Dieses giebt	392 Thlr.	23 Sgr.,	

statt dessen man wegen unvorhergesehener Fälle beim Wasserschöpfen etc., 400 Thlr. — Sgr. für die laufende Ruthe, also . . . . 33 - 10 - für den laufenden Fufs annehmen kann; worunter die Nebenkosten und die Gebühr des Unternehmers mitbegriffen sind.

98. Die Gewölbe werden noch *aufserhalb* des Tunnels auf den gröfsten Theil der Länge der Einschnitte fortgesetzt werden müssen, um den Anhäufungen von Schnee vorzubeugen, und die ganze Länge der Gewölbe wird dann 4504 F. sein. Das Mauerwerk am Ein- und Ausgange wird auf den Felsen gesetzt und das von der Böschung der Einschnitte herabkommende Wasser wird oberhalb des Gewölbes nach dem Ein- und Ausgange geleitet werden. Hier werden Thore mit elliptischen Bogen aus Werkstücken errichtet und durch ihre Fugen, so wie an jeder Seite mit zwei Wandpfeilern in gleichem Styl und ein wenig vortretend, die das Gebälk tragen, verziert werden. Wir werden diesen Eingangs-Thoren ein einfaches und ernstes Aussehen zu geben suchen, wie es der Örtlichkeit angemessen ist; mit Vermeidung aller winklichen und gebrechlichen Zierden, die in einem so strengen Clima nur bald verwittern würden.

Die in (Fig. 1 und 2) mit Puncten bedeckten Stellen sind die bis jetzt gewölbten; mit Ausnahme der beiden Thore, welche noch nicht erbaut sind.

Fünfter Abschnitt.

Beschreibung der Führung des Baues; und Übersicht sämmtlicher Kosten.

---

99. Man wird sich von den Schwierigkeiten des Baues in einer fast öden Gegend, beinahe ohne Hülfsmittel und wo, wie im *Lioran*, der Winter fast die Hälfte des Jahres anhält, kaum einen Begriff machen können, wenn man sieht, wie schnell dagegen in der Nähe grofser Städte und in mehr begünstigten Gegenden die gröfsten Werke fast wie durch Zauber entstehen. Hier sind geschickte Arbeiter in Menge zu haben; die Baustoffe sind leicht herbeizuschaffen und das Clima gestattet, Tag und Nacht zu arbeiten. Im Gebirge dagegen ist die Luft eisig; Alles mufs von Weitem hergeholt werden; die Arbeiter sind schwer zu finden und man mufs sie in schlechtem Wetter öfters durch Bitten festzuhalten suchen, ungeachtet des höhern Lohns. Kommt nun zu diesen schon so grofsen Hindernissen die Verzögerung der Geld-Anweisungen, welche dann macht, dafs man nicht zu *rechter Zeit* Arbeiter sich verschaffen kann, so wird man einsehen, warum die Verbesserung der Strafsen in den Gebirgen in der Mitte von Frankreich so langsam fortschreitet; besonders im *Cantal*-Departement, von wo fast alle arbeitsfähigen Männer im Frühling auswandern, um in der Hauptstadt und den andern grofsen Städten Beschäftigung zu suchen.

Vor dem Anfange des Durchbruchs des Tunnels mufsten wir erst in den Felsen Wege bahnen, um zu den Ein- und Ausgängen zu gelangen. Es mufsten Hütten für die Bergleute und die übrigen Arbeiter errichtet werden, und Buden, in welchen sie zu essen bekommen konnten; Wohnungen für die Aufseher, Schmieden, Vorrathschuppen und Werkstätten zur Vorbereitung der Baustoffe; Ställe für Pferde: kurz wir mufsten für alles, zahlreichen Arbeitern Nothwendige an einem so ganz abgelegenen Orte sorgen. Die Lebensmittel wurden aus *Aurillac* und *Murat* geholt; so wie, was sonst nöthig war; mit Ausnahme der Steine und des Holzes. Zuweilen, in der strengsten Jahreszeit, mufsten sich die Arbeiter fast eine Meile weit durch den Schnee hindurch ihre Bedürfnisse selbst holen.

100. Man sieht leicht, dafs unter solchen Umständen eine *Verdingung* der Arbeiten im Ganzen nicht möglich war; auch schon wegen der

fortwährenden Verschiedenheit des Felsens, wegen der Schwierigkeit der Schätzung der Kosten und wegen der nicht vorherzusehenden Hindernisse. Auch sind die Arbeiten unter beständiger Aufsicht bis ins Einzelne ausgeführt worden. Für jede der beiden Strecken des Tunnels war ein Strafsen- und Brückenbau-Conducteur angestellt, der die unmittelbare Aufsicht führte und einen Aufseher und einen Polirer zur Verfügung hatte, welche nach Tag und Nacht abwechselten. Die Arbeiter waren in zwei Gruppen getheilt, deren eine von 6 Uhr Morgens bis 6 Uhr Abends, die andere von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens arbeitete und deren jede um Mittag und um Mitternacht nur eine Stunde feierte. Jede 14 Tage wurde die Aufeinanderfolge der beiden Gruppen gewechselt. Eine Zeit lang hatten wir die Arbeiter, um das Werk zu beschleunigen, in *drei* Gruppen getheilt, die sich alle 8 Stunden ablöseten; aber der Gewinn von blofs 2 Stunden auf 24 kostete zu viel, weil sich der Lohn der Arbeiter für 8 statt 11 Stunden Arbeit nur wenig vermindern liefs.

101. Gewöhnlich theilte man den Oberbergleuten eine Strecke von 64 bis 96 F. Durchbruch für einen bestimmten mittleren Preis zu, um dadurch bedeutende Fehler der Rechnung zu vermeiden. Nach Beendigung der Strecke behandelte man, je nach der Art der Trachyte und Conglomerate, auf welche man gestofsen war, einen neuen Preis. Gleichwohl kam es mehreremal vor, dafs härteres oder mürberes Gestein, Einstürze und Einsickerungen u. s. w. etwas ganz Anderes ergaben, als man erwartet hatte. Deshalb wurde da, wo die Verschiedenheit des Gesteins immer fortwährte, statt des Verdingens, den Bergleuten blofs eine Zulage gegeben; nach Verhältnifs der Länge der in 14 Tagen vollendeten Strecke. Dieses Mittel bewährte sich als angemessen. Das Felsensprengen ist leicht zu überwachen und die Arbeiter können dabei nicht wohl ungebührliche Vortheile erzielen. Sie können aber durch mehr Thätigkeit beim Bohren der Sprenglöcher und den übrigen Arbeiten ihren Erwerb erhöhen. Die Lieferung von Pulver, Werkzeugen, Öl etc. nahmen nur im Verhältnifs der Zahl der Arbeiter und der Beschleunigung des Werks zu.

102. Jede vierzehn Tage wurde die ausgeführte Arbeit in Gegenwart der Ober-Bergleute vermessen und die Mittellinie des Tunnels, so wie das Gefälle nachgesehen. Danach stellte man die Rechnungen auf. Aufser diesen Rechnungen und den täglichen regelmäfsigen Arbeitslisten, welche die Zahl der Arbeiter von den verschiedenen Arten, die Zeit welche sie gearbeitet hatten, so wie die verschiedenen Arbeiten angab, welche in den 14 Tagen vollendet waren, führte man noch ein Übersichts-Journal über die Arbeitstage

im Ganzen und über die Kosten jeder Art von Arbeit und Lieferung. Wir werden eins dieser Verzeichnisse mittheilen. Dergleichen kann auch bei andern grofsen Werken nützlich sein. Die Überschriften der Spalten werden dasselbe verständlich machen. [Es findet sich in dieser Abhandlung noch nicht. D. H.]

103. Die Gewölbe werden theils in Tagelohn, theils in Verding ausgeführt. Alle Baustoffe, deren Anschaffung oft für die Baubehörde schwierig ist, besonders in einer Gegend wie hier, wegen des Bedingens der Preise, wegen der Herbeischaffung u. s. w., sind an einen Unternehmer verdungen, der sie fertig zum Gebrauch an die beiden Eingänge des Tunnels zu liefern hat. Das Aufmauern der Gewölbe dagegen geschieht in Tagelohn; und es war fast nicht anders möglich, da diese Arbeit gar zu viel Vorsicht erfordert und so viel Zufälligkeiten dabei vorkommen, dafs des Streits gegen einen vorausbestimmten Vereins kein Ende sein würde. Aufserdem ist es gut, dafs der Ingenieur die beherztesten und geschicktesten Arbeiter für die gefährlichsten Stellen selbst auswählen und ihre Thätigkeit durch Prämien oder durch eine kleine Zulage zum Tagelohn antreiben kann. Nur so ist zu erlangen, dafs die schwierige und gefährliche Arbeit gewissenhaft ausgeführt werde. Vergebens würde man die Aufsicht auf die Arbeiter eines Unternehmers schärfen, da diesem nur daran liegt, schnell fertig zu werden.

104. Übrigens haben wir die Arbeit in Tagelohn nicht zur Regel gemacht. Alles was sich einzeln und für eine bestimmte Zeit vorausberechnen liefs, ist an die zuverlässigsten Arbeiter verdungen worden. Die Bezahlung erfolgte monatlich durch einen besondern Zahlmeister, der die Marketender und andere Lieferanten kommen liefs und ihre Rechnungen mit den Arbeitern regelte, die dann in seiner Gegenwart bezahlt wurden. Ähnliches geschah zwischen den Unternehmern und ihren Tagelöhnern. Eine von dem Ingenieur entworfene und von dem Präfecten genehmigte Vorschrift bestimmte für alle Arbeiter die Bedingungen ihrer Zulassung und ihres Verweilens auf der Baustelle. Diese Vorschrift war in den Werkstätten angeschlagen. So bestimmte man auch die Ruhestunden und die nöthigen Maafsregeln zur Erhaltung der Reinlichkeit in den Hütten, der Ordnung in den Verkaufbuden u. s. w., so wie den Betrag der Bufsen für Ungebührlichkeiten. Diese Bufsgelder, zusammen mit einer ersten Einlage von 16 Sgr. für den Bergmann, 12 Sgr. für den Zimmermann und Maurer und 8 Sgr. für den Handlanger, und mit einem Abzuge von 2 p. c. des 14tägigen Lohns, wurde in die Sparcasse zu ***Aurillac*** gelegt und bildeten einen Fonds zur Unterstützung der bei den Arbeiten ver-

wundeten oder erkrankten Arbeiter und ihrer Wittwen. Was den Verwundeten oder Kranken zu zahlen ist, wird auf den Bericht des Conducteurs vom Ingenieur festgestellt; es darf nicht die Hälfte des Lohns übersteigen, noch auf länger als 6 Wochen gezahlt werden. Die etwa verstümmelten Arbeiter, oder die Wittwen derselben, können indessen auch jährliche Unterstützungen erhalten; aufser denen welche ihnen der Staat gewährt. Auch werden aus dem obigen Fonds die Ärzte, Arzeneien, Bandagen, Charpieen, die Krankenwärter und die Begräbnifskosten bezahlt. Eine genaue Rechnung der Casse und ihrer Ausgabe wird den Arbeitern zweimal im Jahre vorgelegt. Nach Beendigung des Bauwerks wird die Hälfte des Cassenbestandes nach einem gewissen Verhältnifs unter die durch Verwundungen arbeitsunfähig gewordenen Leute oder ihre Wittwen vertheilt, die andere Hälfte unter die bei der Beendigung noch beschäftigten Arbeiter und unter Diejenigen, welche vor nicht länger als 6 Monat entlassen waren, weil sie nicht mehr beschäftigt werden konnten: für diese nach dem Verhältnifs der Zahl von Monaten, welche sie im *Lioran* gearbeitet hatten.

105. Wir geben hierfolgend ein Verzeichnifs der Zahl der seit Mai 1840, als der Zeit der Gründung der Unterstützungscasse, bis zum 31. Decbr. 1845 verwundeten oder erkrankten Arbeiter; nebst einem Verzeichnifs der Ausgaben für sie. Der Vergleich dieser Zahlen mit der Zahl der Arbeitstage und Nächte während jenes Zeitraums, die sich auf etwa 22000 [soll wohl 220000 heifsen D. H.] beläuft, wird einen Beitrag mehr zu der Statistik geben, mit welcher man sich jetzt mit Vorliebe beschäftigt.

Wir zählen hier die Verwundungen beim Steinsprengen, durch Einstürze und durch andere zufällige Ursachen, gesondert auf; ähnlich die Erkrankungen.

	Zahl der Arbeiter.	Gezahlte Unterstützungen.
1. Verwundungen beim Steinsprengen.		
Tödtlichverwundete	—	— Thlr. — Sgr.
Schwerverwundete	11	222 - 7 -
Leichtverwundete	13	51 - 6 -
2. Verwundungen durch Einstürze.		
Tödtlichverwundete	2	— - — -
Schwerverwundete	21	213 - 26 -
Leichtverwundete	13	49 - 6 -
Bis hieher	60	536 Thlr. 15 Sgr.

	Bis hierher 60	536 Thlr. 15 Sgr.	
3. Verwundungen durch andere Zufälle.			
Tödtlichverwundete	1	— - — -	
Schwerverwundete	24	193 - 6 -	
Leichtverwundete	64	203 - 23 -	
	Zusammen 149		933 Thlr. 14 Sgr.
4. Krankheiten, denen der Tod folgte,	3	— Thlr. — Sgr.	
5. Schwere Nervenfieber	10	273 - 10 -	
6. Brustkrankheiten	32	235 - 28 -	
7. Verschiedene Krankheiten	41	269 - 22 -	
	Zusammen 86		779 - — -
		Im Ganzen	1712 Thlr. 14 Sgr.

Man sieht aus diesem Verzeichnifs, dafs in fast 6 Jahren, im Durchschnitt zu 100 bis 120 Arbeitern Tag und Nacht, ungeachtet der grofsen Gefahr bei manchen Arbeiten, nur 3 Todte, 146 schwerer und leichter Verwundete und 83 auf längere oder kürzere Zeit Erkrankte vorkamen. Es ist bemerkenswerth, dafs beim Sprengen der Steine *Niemand* getödtet worden ist, obgleich im Tunnel und zu den andern Arbeiten mehr als 85 000 Pfd. Schiefspulver verbraucht worden sind. Nur *ein* Arbeiter verlor das Gesicht; zwei andere ein Auge. Diese sind oben zu den Schwerverwundeten gezählt. Ferner gehören dazu noch 2 Leute, denen durch Einstürze Gliedmafsen zerbrochen wurden und die dadurch, obgleich geheilt, fast arbeitsunfähig geworden sind.

Von den obigen 1712 Thlr. 14 Sgr. sind die 273 Thlr. 10 Sgr. an Nervenfieberkranke aus der Baucasse, die übrigen 1439 Thlr. 4 Sgr. aus der Sparcasse bezahlt worden; was für jeden der 219 verwundeten oder kranken Arbeiter im Durchschnitt 6 Thlr. 12 Sgr. bis 6 Thlr. 20 Sgr. beträgt. Ferner sind aus der Sparcasse bezahlt worden:

Für ärztliche Hülfe	464 Thlr. 10 Sgr.	
Für Arzenei, Bandagen, an Krankenwärter und Begräbnifskosten	476 - 25 -	
Unterstützung zweier Wittwen	82 - 20 -	
Zurück an Arbeiter, die aus Mangel an Beschäftigung entlassen wurden	20 - 29 -	
[Dazu die obigen	1439 - 4 -]	
Thut zusammen an Ausgabe		2483 Thlr. 28 Sgr.
Die Einnahme der Casse, theils an regelmäfsigen Beiträgen, theils an Bufsgeldern, betrug bis zum 31. Decbr. 1845		3019 - 20 -
Es bleibt also an Cassenbestand		535 Thlr. 22 Sgr.

106. Es bleibt uns nun noch übrig, ein Verzeichnifs der sämmtlichen Kosten des Ausbruchs des Tunnels, der Gewölbe und der übrigen Arbeiten zu geben, woraus sich die gesammten Kosten einer laufenden Ruthe oder eines laufenden Fufses Tunnel finden werden. Die 478 laufende Fufs Nachbruch, welche am 31. Decbr. 1845 noch beim Zusammenstofs der beiden Tunnelstrecken auszuführen blieben, sind 319 laufenden Fufsen vollendeten Tunnels gleich zu schätzen. Da also der Tunnel im Ganzen 4416 F. lang ist, so mufs man die bisherigen Gesammtkosten auf 4097 F. Länge vertheilen, die mit Ausnahme der Gewölbe vollendet waren, von welchen letztern erst 2249 laufende Fufs gebaut sind. Die Kosten der Baustoffe werden wenig mehr erhöht werden; von den noch zu wölben übrigen 2167 laufenden Fufs sind 1912 F. ganz fest und es wird hier fast gar keine Ausfüllung über den Gewölben nöthig sein, während die Ausfüllung über dem bis jetzt gebauten Theil des Gewölbes über 2700 Sch. R. betrug; was die Kosten der Befestigung der eingestürzten Stellen, die Wegschaffung des Einbruchs, des Mauerwerks und der Wieder-Ausfüllung ungemein erhöhte.

Kosten der 4097 lauf. Fufs Tunnel und der bis jetzt fertigen 2249 lauf. Fufs Gewölbe.

1. Hand-Arbeit beim Nachbruch.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 6085 Arbeitstage der Oberbergleute, welche in Verding arbeiteten, durchschnittlich zu 39,2 Sgr., . .	7951 Thlr.	2 Sgr.		
Für 55 640 Arbeitstage der Bergleute, zu 11 Stunden, mit zwei Ablösungen, zu 27,2 Sgr., ...	50446 -	28 -		
Für 3328 Arbeitstage der Bergleute, zu 8 Stunden, mit drei Ablösungen, zu 22,4 Sgr.,	2410 -	7 -		
Für 4623 Arbeitstage, zu 11 Stunden, verschiedener Arbeiter bei dem Nach-Arbeiten der Wände, zu 21,6 Sgr., . .	3328 -	17 -		
Zusammen für Hand-Arbeit beim Ausbruch			64136 Thlr.	24 Sgr.

2. Bedarf beim Ausbruch und Nebenkosten.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 76 741 Pfd. Schiefspulver, zu 7,65 Sgr., .	19560 Thlr.	2 Sgr.		
Für 24 043 Pfd. Öl zu den Lampen, zu 4,31 Sgr.,	3454 -	18 -		
Für Papier zu Cartouchen und Zünddütchen, für Schwefel, Baumwolle, etc. . . .	319 -	14 -		
Bis hierher	23334 Thlr.	4 Sgr.	64136 Thlr.	24 Sgr.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Bis hierher	23334 Thlr.	4 Sgr.	64136 Thlr.	24 Sgr.
2459 Scheffel Steinkohlen zur Schmiede, zu 18 Sgr. im Durchschnitt, ...	1477 -	10 -		
Für eiserne Stangen, Bohrer, Hämmer, Schlägel, Doppelhämmer, Stopfer, Zündnadeln, Schaufeln, Karste etc. . . . 3674 Thlr. 20 Sgr.				
Für die übrig bleibenden Werkzeuge gehen ab 494 - 28 -				
Kommt zum Ansatz	3179 -	22 -		
Kosten der Ausbesserung der Werkzeuge, an Tagelohn der Schmiede und ihrer Gehülfen	3802 -	20 -		
Zusammen für den Bedarf beim Ausbruch, und Nebenkosten .			31793 -	26 -

3. Auf- und Abladen und Wegschaffen des Ausbruchs.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für 23 130 Arbeitstage dabei und zur Ebenung des Ausbruchs, zu 16 Sgr., ...	12336 Thlr.	— Sgr.		
Für 7000 Fuhrwerkstage, im Durchschnitt zu 1 Thlr. 10 Sgr., ...	9333 -	10 -		
Für 8580 Pfd. Öl zu den Lampen	1232 -	24 -		
Für 726 Pfd. Öl und 576 Pf. Schmalz zum Schmieren der Achsen	212 -	8 -		
Zusammen für Auf- und Abladen und Wegschaffen des Ausbruchs .			23114 -	12 -

4. Für Wasserschöpfen.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für Hand-Arbeit beim Wasserschöpfen, bis zur Vereinigung der beiden Tunnelstrecken .	4021 Thlr.	10 Sgr.		
Für Pumpen, Rinnen, Gerüste, Schöpfgruben, Graben und Leitungen	2400 -	— -		
Zusammen für Wasserwältigung			6412 -	10 -

5. Einbruch.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für Nach-Arbeiten an den gefährlichen Stellen	2760 Thlr.	— Sgr.		
Für Stützung der gefährlichen Stellen durch Hölzer, die Kosten der Hölzer zu ¼ und für die Arbeit zu ¾ gerechnet, ...	16048 -	— -		
Für Wegschaffung der eingebrochenen Trümmer	6073 -	26 -		
Zusammen für die Einbrüche			24881 -	26 -
Bis hierher			150339 Thlr.	8 Sgr.

			Bis hierher 150339 Thlr. 8 Sgr.

6. Lüftung.

Posten		Betrag	Summe
Kosten der Lüftung		1710 Thlr. 4 Sgr.	
Hiervon ab für den Werth zweier Lüftungsmaschinen		192 - — -	
Bleibt an Kosten der Lüftung			1518 - 4 -

Posten		Betrag	Summe
7. Für Schutzhöhlen beim Steinsprengen			332 - 8 -

8. Für allerhand Geräthe.

Posten		Betrag	Summe
Für Leitern, Gerüste, Seile, Bindfaden und Laternen		577 Thlr. 26 Sgr.	
Hiervon ab der Werth des Übriggebliebenen .		170 - 20 -	
Bleibt für allerhand Geräth			407 - 6

9. Für die Eisenbahn und ihre Erhaltung; so wie für Wagen etc.

Posten	Einzeln	Betrag	Summe
Für Schienen, Räder, Achsen etc. in $663\frac{3}{8}$ Ruthen Eisenbahn	6357 Thlr. 26 Sgr.		
Hiervon ab der Werth des Übriggebliebenen .	2720 - — -		
Bleibt		3637 Thlr. 26 Sgr.	
Für Sturzkarren, Wagen, Geschirr und Pferde .	3357 Thlr. 2 Sgr.		
Hiervon ab der Werth des Übriggebliebenen .	493 - 10 -		
Bleibt		2863 - 22 -	
Für Unterlagen, Legen und Erhaltung der Eisenbahn		4095 - 12 -	
Zusammen für die Eisenbahn			10597 - 10 -

10. Erweiterung der für das Gewölbe zu schmalen Stellen des Tunnels.

Posten		Betrag	Summe
Für 9830 Arbeitstage an Bergleute, mit Ablösung, zu 28 Sgr. im Durchschnitt . . .		9174 - 20 -	
Für 2455 Arbeitstage der Handlanger, zu 16 Sgr., und 600 Karrnfuhrtage, zu 1 Thlr. 10 Sgr., zur Wegschaffung des Ausbruchs . . .		2109 - 10 -	
Für 5805 Pfd. Schiefspulver, zu 7,63 Sgr., . .		1479 - 20 -	
Für 4269 Pfd. Öl, zu 4,31 Sgr., ...		613 - 10 -	
Bis hierher		13377 Thlr. — Sgr.	163194 Thlr. 6 Sgr.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Bis hieher	13377 Thlr.	— Sgr.	163194 Thlr.	6 Sgr.
Für Papier, Schwefel und Baumwolle . . .	94 -	12 -		
Für Steinkohlen	206 -	20 -		
Für Abgang an den Werkzeugen	269 -	10 -		
Für Ausbesserung der Werkzeuge	341 -	10 -		
Zusammen für Erweiterungen des Tunnels			14288 -	22 -

11. Gewölbe an den eingestürzten Stellen, auf 187,44 Ruthen (2249 F.) lang.

	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.	Thlr.	Sgr.
Für Vorbereitung der Gründung der Gewölbe auf 344 R. lang			2661 Thlr.	10 Sgr.		
Für Mauersteine, Werkstücke, Ziegel, zu 187,44 lauf. Ruthen Gewölbe von durchschnittlich $11\frac{1}{2}$ bis 23 Zoll dick			33334 -	4 -		
Für Füllmauerwerk über den Gewölben, nach Abzug der Steine, welche die Nach-Arbeit und die Einstürze gaben			652 -	16 -		
Für Kalk und Cement			8549 -	26 -		
Für Sand			3383 -	6 -		
Für Öl zur Beleuchtung, Taue und Seile etc. .			913 -	18 -		
Für Ausbesserung der Werkzeuge, Seile etc. .			586 -	20 -		
Für Verfertigung und Setzen der Lehrbogen, für Lager, Gerüste und Bolzen	7444 Thlr.	8 Sgr.				
Davon ab der Werth des Übriggebliebenen .	2666 -	20 -				
Bleibt			4777 -	18 -		
Für Hand-Arbeit bei der Heranschaffung der Baustoffe im Tunnel und beim Mauern der Gewölbe			23848 -	8 -		
Für Wasserschöpfen in den Jahren 1844 und 1845, Ausbesserung der Werkzeuge dazu, für Pumpen, Rinnen etc.	1974 Thlr.	12 Sgr.				
Hiervon ab für den Werth der übriggebliebenen Pumpen, Steine etc. .	266 -	20 -				
Bleibt an Ausgabe			1707 -	22 -		
Zusammen für die Gewölbe					80414 -	28 -

	Thlr.	Sgr.
12. Aufsichtskosten der Werkmeister vom Anfange des Werkes an	4413 -	2 -
Zusammen an Ausgaben für den Tunnel selbst	262319 Thlr.	28 Sgr.

Bis hierher 262319 Thlr. 28 Sgr.

Für Arbeiten aufserhalb, und an allgemeinen Kosten.

Kosten der Eröffnung der Zugänge und der Baustrafsen nach dem Tunnel hin, für Dienstbrücken, Wasser-Ableitungen etc. . . .		4000 Thlr. 16 Sgr.	
Für Abtrag in den Einschnitten vor dem Tunnel		3285 - 10 -	
Für Ebenung und Befestigung der Abträge an der Strafse		424 - 8 -	
Für Ableitung des *Viaguin-* und des *Alagnon*baches		2520 - 24 -	
Für Stauwerke, um den Absatz von Sand zu befördern, ...		245 - 18 -	
An Kosten des Aufsuchens von Steinbrüchen und eines Hauses zu den Zugangs-Arbeiten	915 Thlr. 22 Sgr.		
Kosten zweier Häuschen für die Ingenieure und die Angestellten . .	1514 - 12 -		
Kosten der bretternen Buden für die Arbeiter	1887 - 14 -		
Kosten zweier Marketenderbuden	539 - 6 -		
Desgleichen zweier Schmieden	293 - 10 -		
Ferner zweier Pulvermagazine	322 - 20 -		
Kosten der Kalkmagazine und der Schuppen für die Zimmerleute . .	474 - 4 -		
Kosten zweier Pferdeställe	221 - 10 -		
Für Decken, Matrazen und kleine Hausgeräthe für die Arbeiter . . .	554 - 20 -		
Vergröfserung, Erhaltung und Ausbesserung der Buden	933 - 26 -		
Zusammen	7656 Thlr. 24 Sgr.		
Bis hierher	7656 Thlr. 24 Sgr.	10476 Thlr. 16 Sgr.	262319 Thlr. 28 Sgr.

Bis hierher	7656 Thlr. 24 Sgr.	10476 Thlr. 16 Sgr.	262319 Thlr. 28 Sgr
Davon gehen ab			
Für den Werth der Häuser u. Baracken 2666 Thlr. 20 Sgr. und für den Werth der Decken, Matrazen, Hausgeräthe 474 Thlr. 20 Sgr., zusammen	3141 Thlr. 10 Sgr.		
Bleibt		4515 - 14 -	
Für Instrumente und an Kosten der Untersuchungen zum Bauplane . . .	910 Thlr. 9 Sgr.		
Hiervon ab der Werth der übrig bleibenden Werkzeuge mit . .	174 - 12 -		
Also sind anzusetzen		735 - 27 -	
Postporto für Geld, Briefe und Packete, Botenlohn etc.		493 - 18 -	
Geschenke an die Bergleute bei den Feierlichkeiten		268 - — -	
Gehalt der Conducteurs und Entschädigung der verschiedenen Angestellten		3905 - 2 -	
Unterstützungen, welche die Regierung verschiedenen Arbeitern gab, ...		748 - 16 -	
Grund-Entschädigung		438 - 29 -	
Druckkosten und Untersuchungskosten . . .		140 - 16 -	
Zusammen für Arbeiten aufserhalb und an allgemeinen Kosten			21722 - 18 -
[Hier mufs im Original Etwas vergessen sein, denn *in der Summe* ist *mehr* angesetzt			1222 - 25 -]
Um die gesammten Ausgaben vom Anfange des Werkes an bis zum 1. Januar 1846 zu finden, ist noch Folgendes hinzuzufügen.			
Für das am 31. Decbr. 1845 noch vorräthige Schiefspulver.		597 Thlr. 9 Sgr.	
Für die vorräthigen Eisen, Werkzeuge, Seile etc.		666 - 20 -	
Für die Vorräthe an Holz und Brettern . .		266 - 20 -	
Ferner Folgendes, wovon der Werth oben abgezogen wurde; nemlich:			
Für Werkzeuge, die im Gebrauch sind, . .		494 - 28 -	
Für die Lüftungsmaschinen		192 - — -	
Für Leitern, Gerüste und Taue		170 - 20 -	
Bis hierher		2394 Thlr. 7 Sgr.	285265 Thlr. 11 Sgr.

	Bis hierher 2388 Thlr.	7 Sgr.	285265 Thlr.	11 Sgr.
Für Lehrbogen und Zubehör zum Mauern der Gewölbe	2666 -	20 -		
Für Pumpen, Rinnen und Röhren	266 -	20 -		
Für die Bestandtheile der Eisenbahn	2720 -	— -		
Für Wagen, Pferde und Geschirr	493 -	10 -		
Für die Häuser und Buden, nebst Möbel,	3141 -	10 -		
Für verschiedene Instrumente	174 -	12 -		
Thut zusammen			11850 -	19 -
Gesammte Ausgabe vom Anfange des Werks an bis zum 1. Januar 1846			297116 Thlr.	— Sgr.

Kosten einer laufenden Ruthe Tunnel, so wie sie sich aus der vorstehenden Berechnung ergeben, wenn man die Kosten der Gewölbe No. 7. durch ihre Länge (187,44 Ruthen) und die übrigen der obigen 12 Artikel durch die Länge des Tunnels (341,43 Ruthen) dividirt.

1. Kosten des Ausbruchs und der Nachhülfe (Art. 1. bis 10.).

Für 17,81 Arbeitstage der Oberbergleute, zu 39,2 Sgr.,	23 Thlr.	8 Sgr.	
Für 162,93 Arbeitstage, mit Ablösung, zu 27,2 Sgr.,	147 -	22 -	
Für 9,45 Arbeitstage, mit zwei Ablösungen, zu 22,4 Sgr.,	7 -	2 -	
Für 13,52 Arbeitstage zur Nach-Arbeit an den Wänden	9 -	22 -	
Für 28,77 Arbeitstage zur weitern Nach-Arbeit, zu 28 Sgr.,	26 -	26 -	
Zusammen für den Ausbruch des Felsens			214 Thlr. 20 Sgr.

2. Zubehör zum Ausbruch (Art. 2. und 10.).

Für 241,7 Pfd. Schiefspulver, zu 7,65 Sgr.,	61 Thlr.	19 Sgr.	
Für 829 Pfd. Öl, zu 4,31 Sgr.,	11 -	27 -	
Für Papier zu Cartouchen, für Schwefel, Baumwolle etc.	1 -	6 -	
Für Steinkohlen zur Schmiede	4 -	28 -	
Für Abgang an den Werkzeugen	10 -	3 -	
Für Ausbesserung der Werkzeuge	12 -	4 -	
Zusammen für Zubehör zum Ausbruch			101 Thlr. 27 Sgr.
			Bis hierher 316 Thlr. 17 Sgr.

Bis hierher 316 Thlr. 17 Sgr.

Die gesammten Kosten der Nach-Arbeit, zu denen des Ausbruchs in §. 1. und 2. gerechnet, betragen 35 Thlr. 28 Sgr. auf die laufende Ruthe. Rechnet man dieselben hier ab, so würde sich noch Dasselbe ergeben, was sich im dritten Abschnitt für den Durchschnitt der Kosten des eigentlichen Ausbruchs fand.

3. Auf- und Abladen und Herausschaffung des Ausbruchs; mit dem Nöthigen dazu (Art. 3. 9. und 10.).

Für Fuhrwerk und Hand-Arbeit; auch zur Vertheilung des Ausbruchs, ...	69 Thlr.	19 Sgr.		
Für Öl, Wagenschmiere etc.	4 -	7 -		
Für Wagen, Pferde und für die Eisenbahn .	20 -	11 -		
Zusammen an Transportkosten			94 -	7 -

Die fortgeschaffte Masse nimmt viel mehr Raum ein als der Tunnel; wegen der Nach-Arbeit, der Gründung der Mauern, der Einstürze u. s. w.

4. Für Wasserschöpfen, Holzwerk, Einstürze, Lüftung etc.

An Kosten des Wasserschöpfens	18 Thlr.	24 Sgr.		
Für Arbeiten an den gefährlichen Stellen, für Wegschaffung der Einstürze und für die Stützung mit Holzwerk	72 -	26 -		
Für Lüftung der beiden Tunnelstrecken . . .	4 -	13 -		
Für Zufluchtshöhlen	— -	29 -		
Für Leitern, Gerüste, Seile etc.	1 -	6 -		
Zusammen für Wasserschöpfen, Holzwerk u. s. w.			98 -	8 -

5. Für die Gewölbe in den ausgeführten 187,44 lauf. Ruthen.

Für Vorbereitung der Gründung auf 239 R. lang, für die laufende Ruthe	11 Thlr.	3 Sgr.		
Für Mauersteine, Werkstücke, Ziegel etc. . .	177 -	25 -		
Für Kalk und Cement	45 -	18 -		
Für Mauersand	18 -	1 -		
Für rohe Steine zur Ausfüllung	3 -	15 -		
Für Öl zur Beleuchtung, Seile, Taue etc. . .	4 -	26 -		
Für Werkzeuge und Stricke	3 -	4 -		
Bis hierher	264 Thlr.	2 Sgr.	509 Thlr.	2 Sgr.

Bis hierher	264 Thlr.	2 Sgr.	509 Thlr.	2 Sgr.
Für die Verfertigung und das Aufstellen der Lehrbogen, für Verschalung, Bolzen, Gerüste etc.	25 -	14 -		
Für das Herbeischaffen der Baustoffe und das Mauern der Gewölbe	127 -	6 -		
Für Wasserschöpfen	9 -	3 -		
Zusammen			425 -	25 -
6. Unterschied zwischen den Kosten der Eisenbahn und dem Werth Dessen, was davon übrig bleibt (Art. 9.)			10 -	19 -
7. Für Aufsichtskosten			12 -	28 -
Thut an gesammten Kosten der laufenden Ruthe des überwölbten Tunnels			958 Thlr.	14 Sgr.
Wenn man noch die Kosten der Arbeiten *aufserhalb* berücksichtigen wollte, die aber meistens nicht eigentlich zum Tunnel gehören, so würde der obige Betrag derselben von [27722 Thlr. 18 Sgr. + 1222 Thlr. 25 Sgr. =] 22945 Thlr. 13 Sgr. durch 368 Ruthen Länge zu dividiren sein, was für die laufende Ruthe noch . . . giebt.			62 Thlr.	15 Sgr.

Indessen ist nicht zu übersehen, dafs die Gewölbe, welche noch an den festen Stellen des Tunnels zu machen sind, weit weniger kosten werden, als die schon gebauten, an den Stellen, wo beträchtliche Einstürze Statt fanden; so dafs sich schliefslich an Kosten des ganz fertigen Tunnels, mit Chaussée und Fufspfaden,

Eintausend Thaler für die laufende Ruthe

annehmen läfst.

Aurillac am 31. Januar 1846.

12.

Beitrag zum Wegebau: ein Vorschlag, die Kosten möglichst zu vermindern und der Verwüstung des Bedeckungsmaterials vorzubeugen.

(Vom Herrn Dr. theol. *F. H. Germar* zu Heide in Norderdithmarschen.)

Die Wichtigkeit, ja Nothwendigkeit guter Fahrstrafsen ist jetzt so allgemein anerkannt, dafs jeder Beweis davon überflüssig scheint. Sie ist durch die Eisenbahnen nicht vermindert, sondern vielmehr erhöht. Denn diejenigen Orte eines Landes, welche von den Eisenbahnen nicht berührt werden, können nur in guten Fahrstrafsen einigen Ersatz finden, und die Eisenbahnen selbst bedürfen in hohem Grade zu ihrem eigenen Gedeihen der leichten Communicationen mit ihren Anhaltsplätzen.

Aber die nach der gewöhnlichen Weise macadamisirten Strafsen erfordern nicht allein grofse Kosten der Anlage, sondern, weil sie der Zerstörung sehr ausgesetzt sind, noch lästigere Kosten der Erhaltung; auch droht den steinarmen Gegenden durch die unaufhörliche Verwüstung des Materials eine immer wachsende Verlegenheit. Es ist daher unstreitig eine dringende Aufgabe, Baumethoden zu finden, durch welche diese Übelstände möglichst beseitigt werden. Diese Überzeugung, verbunden mit einigen besondern Veranlassungen, bewogen mich, schon im J. 1838 durch das Schriftchen: *„Die Vorzüge der „Spurbahnstrafsen vor den gewöhnlichen. Altona bei Aue."* weiteres Nachdenken über jene beiden Erfordernisse anzuregen. Inwiefern der Zweck erreicht ist, weifs ich nicht; die Versuche aber, welche mir von dem damaligen Director des Wegebaues in Kopenhagen versprochen wurden, sind leider vor dessen Tode nicht zur Ausführung gekommen. Seitdem haben fortgesetztes Nachsinnen und kleine eigene Versuche mich zwar in der Überzeugung von der Nützlichkeit der Haupt-Idee bestärkt, aber zugleich zu manchen Veränderungen in den Mitteln zur Ausführung derselben und zur Vervollständigung und Verbesserung der erforderlichen Apparate veranlafst. Indem ich nun die unfreiwillige Mufse meines durch den Krieg verursachten Exils

benutze, jene Veränderungen in der gegenwärtigen Zeitschrift mitzutheilen, sehe ich mich durch die Kürze, welche dieselbe fordert, genöthigt, über manche Gegenstände auf jene Schrift zu verweisen; daher ich dieselbe hier nicht unerwähnt lassen konnte.

Die grofsen Ersparungen an Bedeckungskosten der Fahrstrafsen, welche durch Spurbahnstrafsen erreicht werden können, nebst den sonstigen Vortheilen derselben, habe ich in der erwähnten Schrift S. 1 bis 31 geschildert; auch finde ich bis S. 44 nichts Wesentliches zu ändern. Dagegen habe ich, *als besser erkannt:*

Erstlich. Dafs die *Form des Querschnitts der Spurlinien* nach den Durchschnittszeichnungen (Taf. VI. Fig. 1 und 2) statt des Vierecks ein sehr stumpfwinkliges Dreieck *a* sei: theils weil nur diese Form in der Sand-Unterlage *b* zum Stehen zu bringen ist; theils weil sie allein durch einen Pflug leicht und präcis ausgeführt werden kann; theils auch weil sie bei doppelter Oberfläche nur gleiches Material zur Füllung erfordert und dabei die Übergänge besser vermittelt. Durch 6 Zoll Tiefe und 24 Zoll Oberfläche werden durch die aufgeworfene Erde etwa ein Zoll an Tiefe und 4 Zoll an Oberfläche gewonnen.

Zweitens. Dafs das früher vorgeschlagene, zur Bezeichnung der Gränzen der Fahrbahn erhöhte und mit Bordsteinen eingefafste Bankett gänzlich wegfalle und bis zum Graben in eine seitwärts geneigte Ebene verwandelt, die Stelle desselben aber durch höhere, einzeln stehende weifsgekalkte *Spurweisersteine c* vertreten werde, deren Abstand von einander auf geraden Strecken 12 bis 16 Fufs betragen kann, jedoch bei Krümmungen geringer sein mufs.

Drittens. Dafs, statt mit jenen Bordsteinen, die Fahrbahn an beiden Seiten mit einer *Reihe roher, schmaler Pflastersteine dd* eingefafst werde, die nicht über die Fläche der Fahrbahn hervorstehen, sondern nur dazu dienen, das Ausweichen des Bedeckungs-Materials zur Seite zu verhindern. Dadurch wird die zu diesem Zwecke nicht so wirksame Steinbedeckung unter den Fufspfaden erspart und kann durch thonhaltigen Sand mit leichter Bedeckung von feinem Kiese ersetzt werden. Ob die zweite Reihe von Pflastersteinen *d'* bei der *einfachen Spurbahn*, zwischen derselben und den Ausweichungsräumen *e* bleibend nöthig und nützlich sei, mufs die Erfahrung zeigen; wiewohl ich es nicht bezweifle; bei dem *Nebenwege* aber (Fig. 3) darf sie jedenfalls nicht fehlen. Unter Nebenwegen verstehe ich diejenigen, auf welchen keine

schwere Frachtwagen, sondern nur solche Wagen zugelassen werden, die nicht über 3000 Pfd. Gewicht haben.

Übrigens versteht es sich, dafs die 6 bis 10 Zoll dicke Sandlage, welche bei dem in allen drei Figuren angenommenen Thonboden unentbehrlich ist, auf reinem Sandboden wegbleiben kann.

Die *Bedingungen*, welche diese Strafsen für Frachtwagen erfordern, sind am angeführten Orte S. 94 bis 96 angegeben. Nimmt man nämlich an, dafs ein Frachtwagen im Schritt täglich 6 Meilen zurücklegen könne, so würde sich z. B. eine Strecke von 12 Meilen in 4 Stationen zu 3 Meilen zwischen den Anhaltspuncten *A, B, C, D, E* (Fig 13) theilen lassen, von denen *A, C, E* zum Nachtlager, *B* und *D* dagegen zur Mittags-Fütterung bestimmt wären. Wird nun angeordnet, dafs die Strecken *AB* und *CD* Vormittags in der einen, Nachmittags in der entgegengesetzten Richtung befahren werden müssen, dagegen *BC* und *DE* auf die umgekehrte Weise: so würden die Wagen sich nirgend als bei den Wirthshäusern begegnen, wo der Weg durch Pflasterung so eingerichtet ist, dafs sie einander bequem vorbeifahren können, später aber an der Fortsetzung der Fahrt nicht gehindert werden; wie es (Fig. 13) deutlich macht.

Der um 6 Uhr Morgens von *A* ausgehende Wagen kann vor 11 Uhr Morgens im Wirthshause *B* sein und nach zweistündiger Fütterung auf der alsdann ungestörten Wegestrecke bis zum Nachtquartier *C* fahren, wo er vor 6 Uhr Abends eintreffen kann, um auf gleiche Weise am folgenden Tage vor Mittage nach *D* und am Abend bis *E* zu gelangen. Eben so verhält es sich mit dem, der in umgekehrter Richtung am Morgen seine Fahrt von *E* gegen *A* beginnt. An solche bestimmte Tageszeiten, Wegestrecken und Stationen gebunden zu sein, ist für Frachtwagen, die nur im Schritt fahren, keine lästige Beschränkung; die leichten Wagen hingegen werden nicht davon betroffen, weil sie überall ausweichen dürfen, also von den ihnen begegnenden Frachtwagen nicht gehindert werden.

Überhaupt haben alle Spurbahnen, sowohl die doppelten, als die einfachen, für die leichten Wagen die Annehmlichkeit, dafs sie *niemals* ein *länger währendes Hindernifs ihrer schnellern Bewegung* fürchten dürfen. Will man nicht unnütze Kosten verursachen, so darf die eigentliche Fahrbahn nicht breiter sein, als nöthig ist, um zwei breitgeladene Wagen neben einander ohne Anstofs passiren zu lassen; wozu 17 bis 18 Fufs hinreichen. Fährt nun ein solcher Wagen auf der Mitte der Strafse, so läfst er an jeder Seite nur

einen Raum von 3 bis 3½ Fufs übrig. Daher ist es dem leichten Wagen, der jenen durch seine gröfsere Geschwindigkeit einholt, unmöglich, vorbeizukommen, bis es dem Frachtführer beliebt, so weit auszubiegen, als nöthig ist, und wenn dieses endlich auf eine unvollständige Weise geschieht, so ist aufser der schon erlittenen Verzögerung nicht wenig Gefahr einer Beschädigung vorhanden. Auch kann auf frequenten Strafsen die Unannehmlichkeit auf kurzen Strecken sich sehr oft wiederholen. Auf Spurbahnen kann sie nicht vorkommen, weil den hinderlichen Wagen ihre bestimmten Bahnen an der Seite des Weges angewiesen sind, die leichten also überall Raum zum Ausweichen finden.

Vielleicht dürfte man jedoch besorgen, *es werde nicht gut möglich sein, die Fuhrwerke zu nöthigen*, dafs sie, wenn die Spurlinien aus dem nämlichen Material wie die übrige Strafsendecke gebildet sind, mit den Rädern gerade die stärker befestigten Stellen befahren. Daher dürfen die Einrichtungen, durch welche ich diese Besorgnifs zu beseitigen hoffe, nicht unerwähnt bleiben. Dahin rechne ich, dafs zuerst, am Anfange und Ende der Spurbahn, entweder thorförmige Öffnungen, oder Pfähle mit den Aufschriften: *Eingang zur Spurbahn* und *Ausgang aus der Spurbahn* errichtet werden. Ferner ist eben daselbst die Anweisung für die Frachtführer anzuheften, dafs sie sich stets mit den Rädern ungefähr 1 Fufs von den Spurweisersteinen zu halten haben und einander nicht anders als in ausdrücklich zu beweisenden Nothfällen vorbeifahren dürfen, falls sie nicht in eine bedeutende Contraventionsstrafe verfallen wollen, die dem Entdecker der Übertretung zufällt. Die Erfüllung dieser Forderung wird ihnen aber um so leichter werden, weil gerade die Spurlinien durch die sorgfältigere Bearbeitung die ebensten Theile der Strafse sein und wegen des erlittenen stärkern Drucks an geringerer Vertiefung, so wie an den Folgen des häufigeren Gebrauchs kenntlich sein werden. Dazu kommt noch, theils, dafs die Pferde von selbst schon gern jeder irgend bemerklichen Spur folgen, weil sie aus Erfahrung wissen, dafs sie sich dadurch ihre Anstrengung erleichtern, theils, dafs die zweifüfsige Breite der Spurlinien einen ansehnlichen Spielraum gewährt.

Zwar könnte es scheinen, dafs einige andere in der erwähnten Schrift vorgeschlagene Constructionen der Spurlinien, namentlich die aus *behauenen Granitplatten*, vorzuziehen seien. Dennoch schien es mir rathsam, von ihnen abzustehen. Denn, zuerst werden sie bei Schmutz und Schnee icht viel sichtbarer sein, als die Spurlinien aus Kieseln, auch viel weniger pielraum darbieten, weil sie, ohne grofse Kosten-Vermehrung und Gefahr

für das Ausgleiten der Pferde, schwerlich die Hälfte der Breite jener überschreiten können. Dann kommt noch eine Menge von Schwierigkeiten bei den Granitplatten hinzu. Schon die Herbeischaffung von hinreichend grofsen Steinen ist in Gegenden, welche keine Felsen haben, eben so schwer, als kostbar, und verursacht durch die Bearbeitung, wenn sie einigermafsen dem Zwecke entsprechen soll, unerschwingliche Ausgaben. Sodann würde es viele Arbeit erfordern, sie, zumal wenn sie nicht von beträchtlicher Länge und Dicke sind, *so fest zu legen*, dafs sie nicht an den Stofs-Enden aus der ebenen Fläche gerückt werden können. Endlich dürfte es, falls sie nicht sehr sorgfältig geebnet und an einander gefügt sind, oder ausschliefslich aus feinkörnigem Granit bestehen, zweifelhaft sein, ob sie theils an Dauer die harten, stark und gleichmäfsig befestigten Kiesel sonderlich übertreffen, theils eine bedeutend geringere Zugkraft erfordern würden. Alle diese Gründe haben mich bewogen, den weit wohlfeilern Kieselbau vorzuziehen, der bei gehöriger Ausführung die gröfsesten Vortheile zu versprechen scheint.

Nebenwege, d. h. solche, auf welchen keine schweren Frachtwagen zugelassen werden (Fig. 3) bedürfen der Spurlinien nicht. Denn wenn die eigentliche Fahrbahn derselben, von 8 Fufs Breite, eine zwischen zwei Bordsteinreihen gehörig befestigte *fünf* Zoll dicke Steinbedeckung hat, so wird sie den leichten Wagen hinreichenden Widerstand leisten. Der Ausweichungsraum bedarf bei günstiger Beschaffenheit des Bodens gar keiner Bedeckung, bei ungünstiger nur einer schwachen, weil das Ausweichen auf minder frequenten Wegen nur selten und stets an verschiedenen Stellen vorkommt. Auch darf die Breite der ganzen Strafse noch etwas geringer sein, als bei der einfachen Spurbahn, indem die Fahrbahn etwas näher an den Chausséegraben gerückt werden kann. Ja, wenn auf wenig befahrnen Wegen die Umstände dazu nöthigten, sie im Ganzen nicht breiter zu machen, als die bedeckte Fahrbahn allein es erfordert, so könnte man das Ausweichen dadurch möglich machen, dafs man hie und da, auf kurzen, von einander sichtbaren Strecken, Erweiterungen anbrächte, wo jeder schwerere Wagen so lange halten müfste, bis der leichtere vorbeigefahren ist. Sind beide sich begegnende Wagen leicht, so mufs derjenige halten, welcher der Ausweichestelle am nächsten ist.

Sollten zu den Spurbahnen die *Ausschnitte für die Spurlinien durch Hand-Arbeit* hergestellt werden, so würde durch dieselben ein nicht unbedeutender Theil der Kosten-Ersparung verloren gehen. Denn, da nicht blofs eine bestimmte und gleiche Form, sondern noch mehr ein genaues Maafs

des Abstandes derselben von einander und vom Chausséegraben unumgänglich nöthig ist, wenn der Zweck erreicht werden soll, so würde die Ausführung durch Hand-Arbeit einen grofsen Aufwand an Geld und Zeit und eine ununterbrochne lästige Aufsicht der Wegebaumeister erfordern, ohne dennoch völlige Sicherheit des Erfolges zu gewährleisten. Daher war es für jene Bau-Methode nöthig, einen Apparat anzugeben, mit welchem sich das Ausschneiden der Spurlinien wohlfeil, schnell und mit zuverlässiger Präcision ausführen lasse. Dieses würde der *Spurbahnpflug* sein, der in den Figuren (4, 5, 6) dargestellt ist und der folgenden nähern Beschreibung bedürfen wird.

Er ruht, um ihm eine stets parallele Richtung gegen das Planum und dadurch eine gleiche Tiefe des Ausschnitts zu geben, auf zwei Paar Rädern *a, a* und *b, b* (Fig. 4, 5 und 6), deren vorderes sich mittels des Bolzens *c* um den Drehschemel *d* drehen kann. Jedes Paar befindet sich mit seiner Achse an den Achsenbäumen *e, e,* die bis zur Achse 12 Fufs lang sind, damit sie nicht blofs die Spurlinien, sondern auch einen hinreichenden Raum für die aufzuwerfende Erde frei lassen. Die Bäume müssen stark genug sein, um in der Entfernung der Räder von der Last unter den Pflugbäumen *f, f* diese frei tragen zu können, indem die Entfernung bei den Hinterrädern 3 Fufs, bei den vordern, zwischen Bolzen und Achse, 7½ Fufs beträgt. Schon deshalb mufs bei dem Vordergestell der Achsenbaum zu beiden Seiten des Drehschemels bedeutend erhöht werden; noch mehr aber, damit die zur Aufnahme des Deichselträgers *g, g* erforderlichen Löcher ihn nicht zu sehr schwächen. Auch erhält dadurch die Gabeldeichsel *h, h* die nöthige Höhe, ohne dafs ihre Träger zu sehr gekrümmt zu werden brauchen.

Unumgänglich nöthig ist es, den von den Rädern getragenen Pflug *höher stellen* zu können, theils um das etwaige Einsinken der Räder auszugleichen, theils um erforderlichenfalls die Ausschnitte flacher zu machen (es werden 5 Zoll Tiefe meistens hinreichen, da die Tiefe durch die aufgeworfene Erde bis gegen 6 Zoll vermehrt wird), theils um beim Transporte die Pflug-Eisen wenigstens ½ Fufs über die Strafsenfläche zu erheben. Deswegen haben die Träger *i, k* der Achsenbäume Fig. 5 so tiefe Ausschnitte, dafs die Achsenbäume durch Keile von angemessener Dicke zu der erforderlichen Tiefe herabgedrückt werden können, wodurch der eigentliche Pflug-Apparat erhöht wird. Die hintern Träger sind in die beiden Pflugbäume eingefugt und der Achsenbaum ist, damit er sich nicht zur Seite verschieben könne, an den beiden äufsern oder innern Seiten des Trägers entweder von einem Stifte

durchbohrt, oder mit hervorragenden Klötzchen verbunden; der vordere Träger ist mit seinen Seitenstützen an dem untern Drehschemel befestigt und der Achsenbanm wird in demselben auf gleiche Weise wie oben gehindert, sich zu verschieben. Da aber, zumal bei der Erhöhung der Pflug-Eisen, der lange Bolzen durch die Kraft der Pferde, deren meistens Sechs erforderlich sein werden, zu stark würde angestrengt werden, so ist an den beiden Pflugbäumen eine Kette *l* über eine auf der Deichsel sich drehende Rolle *m* mit stark ausgehöhltem Rande gespannt und wird durch ein mit dem Stifte derselben verbundenes und denselben unterstützendes eisernes Band *n* gegen das Abgleiten geschützt.

Die *Entfernung des Drehschemels von den Pflug-Eisen*, und hiedurch die Länge des ganzen Apparats, wird durch die Nothwendigkeit bestimmt, nicht blofs während der Arbeit das Vordergestell ungehindert drehen zu können, sondern auch, und hauptsächlich, um beim Umkehren und beim Transport das Umwenden der breiten Maschine auf einem beschränkten Raume möglich zu machen. Da sie nämlich in diesem Falle ohnehin in die Höhe gekeilt werden mufs, so wird es dadurch möglich, die Vorderräder, ohne dafs sie, wie der Bogen *o* zeigt, die Pflug-Eisen berühren, völlig unter die Pflugbäume durchgehen zu lassen. Und fände sich auch noch ein kleines Hindernifs, so wird man dasselbe leicht durch eine geringe Aushöhlung bei *p* beseitigen können.

Das übrige zur Bewegung Gehörige: wie die Gabeldeichsel, die nur am hintern Ende durch einen Bolzen gehalten werden darf und vorn auf einem starken eisernen, die beiden Deichselträger verbindenden Bande aufliegt, um sich frei auf und nieder bewegen zu können; ferner der Ebner mit drei Sehwengeln u. s. w. sind aus der Zeichnung deutlich; nur bemerke ich noch über das *Ende der Gabeldeichsel*, welche wenigstens 2 Fufs vor der Brust des mittlern Pferdes hervorragen mufs und die unterhalb der Figuren (4 und 5) abgebildet ist, Folgendes: *q*, *q* sind zwei starke eiserne, aufwärts nach hinten gekrümmte Haken, hinter denen das Brett *r* frei eingeschoben und dann mittels zweier durch die Haken gehender Stifte befestigt wird. Das Brett trägt in der Mitte den Dorn mit dem Ebner und 3 Schwengel für die vordern Pferde, und hat an den beiden Enden zwei Haken, um die Halskoppeln der beiden hintern Nebenpferde daran zu hängen.

Der *eigentliche Pflug-Apparat* besteht zunächst aus dem von den Achsenbäumen getragenen grofsen Viereck aus starken Balken, von denen die beiden längern *f*, *f* die Pflugbäume sind, die beiden andern aber dieselben

verbinden. Von diesen mufs der vordere t weit stärker sein, als der hintere u, weil jener in der Mitte vom Bolzen durchbohrt ist und die ganze Last nicht blofs zu ziehen, sondern auch vermittels des Drehschemels zu tragen hat. In den beiden Pflugbäumen ist bei v der breite, vorn zugeschärfte Sechständer w eingezapft und wird gegen das Zurückweichen durch das in seine hintere Kante und in den Pflugbaum eingesenkte Dreieck w' geschützt. Auf der geschärften Kante des Sechständers ist das vorn verstählte und in eine scharfe Schneide ausgehende, hinten aber gespaltene Sech-Eisen x oberhalb der aufzupflügenden Erde mittels zweier durchgehender Mutterschrauben auf dem Ständer befestigt; es ist aber zugleich mit den beiden vorn geschärften, hinten gleichfalls dünn-gespaltenen Schaar-Eisen y, deren vordere Gestalt Fig. 6 zeigt, zusammengeschmiedet und wird, nachdem seine hintere Spalte über die schräg ansteigende, hinten zugespitzte Fortsetzung aus starkem, nach dem äufsern Stande niedergebogenem und gegen das Streichbrett z in scharfem Winkel aufgeschlagenem Eisenblech z' gezogen ist, mit diesem und einem starken, vorn zugeschärften eisernen Bande α, welches an der Querstange β befestigt ist, durch eine Mutterschraube unter dem äufsern Rande während der Arbeit fest zusammengehalten. Bei Reparaturen kann so das ganze vordere Stück (d. h. das Sech-Eisen oder das Pflugmesser mit den beiden Pflugschaaren) abgenommen und demnächst wieder angesetzt werden. Die eben erwähnten vier Streichbretter sind in den hintern Theil der beiden Sechständer eingelassen und werden am Ende des Vierecks von einer in demselben hangenden Querstange γ durch ein vor der obern Fortsetzung des Streichbretts δ umgeschlagenes eisernes Band ε getragen und gegen das Schwanken geschützt.

Die Fortsetzungen der vier Streichbretter sind dazu bestimmt, den hintern *Apparat zum Ebenen und Festdrücken der aufgeworfnen Erde* zu halten. Er besteht zunächst aus drei keilförmigen Eggen. Damit diese nach Bedürfnifs höher oder niedriger gestellt werden können, besteht die Decke derselben aus zwei Stücken, in deren unterem ζ die Zinken befestigt sind, das obere η dagegen mit der Fortsetzung des Streichbretts verbunden ist. Beide werden durch vier Schrauben zusammengehalten, zwischen welchen Brettchen von angemessener Dicke eingeschoben werden können. Dann sind mit den untern Eggendocken durch eiserne Schienen drei kleine Walzen in einer dem verlangten Druck angemessenen Höhe verbunden und werden zugleich mit diesen gestellt. Der Abstand und die Stellung der Zinken mufs durch die Erfahrung so bestimmt werden, dafs sie eine möglichst gleichförmige Vertheilung der Erde

bewirken, ohne sie in die gemachten Ausschnitte zu schieben. Endlich wird auch noch auf den Pflugbäumen ein Kasten anzubringen sein, um die nöthigen Geräthschaften, wie Keile, Brettchen etc. stets mit sich zu führen.

Die *Führung des Apparats* wird durch zwei Arbeiter geschehen müssen, von denen jeder, genau an der Grabenkante gehend, mit einer Stange, an welcher die Gebisse der drei Pferde befestigt sind, diese in der bestimmten Entfernung hält und leitet. Auf solche Weise wird ein Paar völlig genauer Spurlinien auf eine Meile in wenigen Stunden vollendet werden und nicht mehr als die Extraposttaxe für 6 Pferde kosten können.

Der bisherige Theil dieses Aufsatzes hatte nur den Zweck, die *Anlagekosten* des Wegebaues zu vermindern; und es ist allerdings der Mühe werth, auf Ersparungen am *Capital* zu denken, wenn es, wie die Erfahrung bis jetzt zeigt, unmittelbar keine Zinsen trägt, folglich für den frühern Besitzer verloren ist. Doch wären diese Ersparungen ohne Werth, wenn dadurch, wie gewöhnlich bei Palliativmitteln, die jährlichen Erhaltungskosten vermehrt würden. Gerade diese sind der eigentliche Krebsschaden des gewöhnlichen Strafsenbaues. Sie verschlingen meistens nicht blofs die ganze Einnahme der Strafse, so dafs nichts für die Zinsen übrig bleibt, sondern erfordern auch oft noch sogar einen beträchtlichen Zuschufs. Die Hauptsache bei der Sorge für den Wegebau besteht darin, *diese Erhaltungskosten zu vermindern und so viel als möglich ganz aufzuheben:* dadurch, dafs man der Steinbedeckung eine solche Dauerhaftigkeit zu geben sucht, dafs sie allen Angriffen widerstehen kann und dadurch jede Refection, welche aufserdem niemals die Dauerhaftigkeit eines Neubaues erreicht, so lange als möglich unnöthig macht.

Um diesen Zweck zu erreichen, wird man sich vor allen Dingen klar zu machen haben, *welche wesentlichen Ursachen die schnelle Zerstörung der gewöhnlichen Strafsenbedeckungen herbeiführen?* Es sind folgende Zwei:

1. Die Zermalmung eines grofsen Theils des Bedeckungsmaterials durch den Druck der Räder, wegen der ungleichen Gröfse und Härte der Steine; wodurch Unebenheiten und Stöfse entstehen, die das Übel in steigender Progression vermehren und einen grofsen Theil des Materials vernichten, indem sie dasselbe in Staub und Schlamm auflösen.

2. Die mangelhafte und ungleiche Befestigung der einzelnen Theile der Strafse; wodurch Senkungen, also Unebenheiten mit ihren progressiven Folgen entstehen.

Die erste dieser Zerstörungs-Ursachen wird zwar beim *Steinpflaster* vermieden, aber desto wirksamer ist dort die zweite, weil die Ramme mit gleicher Kraft wirken weder kann noch darf, da sie eine ebene Oberfläche hervorbringen soll, also den schwächer befestigten Stein gelinder treffen mufs, als daneben einen andern. Rechnet man dazu die Undichtigkeit der Fugen, welche das Pflaster zu einem Siebe für die atmosphärischen Niederschläge macht, so ist es nicht zu verwundern, dafs die mit gleicher Kraft auf so verschieden befestigte Puncte wirkende Last der Wagen, zumal auf erweichtem Untergrunde, die schwächeren Theile hinein- und durch die Progression der Stöfse immer tiefer hinabdrückt.

Soll bei den *Chausséen* aus kleineren Steinen jenem ersten Übelstande, der Zermalmung, vorgebeugt werden, so ist es erstes Erfordernifs:

Dafs sich in der obern Decke keine Theile befinden, welche durch den Druck der Normallast zermalmt werden können.

Da es nun, wenn auch möglich, so doch verschwenderisch sein würde, Wege für *jede beliebige* Last zu bauen: so mufs nothwendig eine Gränze des Totalgewichts für die Wagen, welche die Strafse, oder gewisse Theile derselben befahren dürfen, festgesetzt und zwischen leichten Wagen und schweren oder eigentlichen Frachtwagen eine bestimmte Gränze angenommen werden. Diese dürfte für die ersteren, mit einer Felgenbreite bis zu $2\frac{1}{2}$ Zoll, 3000 Pfund, für die letztern, mit Felgen von 5 Zoll breit, 12000 Pfund Totalgewicht als *Normallast* sein. Für einzelne Ausnahmen müssen besondere Bedingungen angeordnet werden. Will man nun einen *Steinschlag* machen, so mufs man die Steine so sortiren, dafs unter denselben keine Stücke vorkommen, die zu klein sind, um in der ebenen Fläche den Druck aushalten zu können. Bei diesen werden, wegen ihrer Form und scharfen Kante, die Stücke, welche den Zweck erfüllen sollen, gröfser sein müssen, als bei den *Kieseln*, welche mehr abgerundet sind und die, wo sie (mit Ausschlufs aller Feuersteine) aus feinkörnigem Granit oder Gneis bestehen, als die härtesten Überreste der festesten Gebirgs-Arten betrachtet werden dürfen. Daher möchte ich den Kieseln, die auch beträchtlich wohlfeiler zu haben sein werden, als die gestofsenen Steine, zumal bei gehöriger Sortirung, unbedingt den Vorzug geben, indem ich glaube,

dafs die allerdings schwierige Consolidirung durch die Anwendung zweckmäfsiger Mittel gar wohl möglich sein würde.

Nach allen Untersuchungen, die ich habe anstellen können, darf ich vermuthen, dafs die Kiesel ihrem Zwecke entsprechen werden, wenn sie wenigstens $1\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmesser haben. Aber sie dürfen auch nicht zu grofs sein, wenn sie nicht durch ihre Ungleichheit überhaupt nachtheilig sein und insbesondere der ebenen Oberfläche schaden sollen; daher das Maximum ihres Durchmessers $2\frac{1}{2}$ Zoll sein dürfte. In Gegenden nun, wo solche Kiesel in Menge, in und nahe unter der Oberfläche sich finden, wird man sie am leichtesten und wohlfeilsten und zugleich auf die für den Verdienst der ärmern unbeschäftigten Menschenclasse wohlthätigste Weise *durch Sammeln* erlangen können; und zwar, wenn man den Arbeitern zwei Ringe, den einen für das Minimum, den andern für das Maximum giebt und für die Überschreitung der Regeln einen Abzug am Lohn anordnet. Könnte man dann den Cubikfufs für 1 Schilling Cour. ($\frac{2}{3}$ Silbergr.) erhalten, so würde der Steinfaden nur 6 Thlr. Cour. oder $7\frac{1}{5}$ Thlr. Preufs. kosten. Die gesammelten Kiesel haben auch noch den Vorzug, dafs sie meistens eckiger sind, als die in *Kiesgruben*. Wo man aber auf die letztern angewiesen ist und sie von einiger Güte findet, wird ihre Bearbeitung vielleicht vortheilhafter geschehen, wenn man die *Kiessiebmaschine* anwendet, welche ich vor mehreren Jahren bauen liefs und nach deren Abbildung und Beschreibung, die ich vor 4 bis 7 Jahren (näher kann ich wegen meiner Entfernung von der Heimath die Zeit nicht bestimmen) im Augusthefte von Dr. *Dinglers* polytechnischem Journal mittheilte, eine andere in *Neumünster* ausgeführt ist und welche, ungeachtet der schlechten Beschaffenheit der dortigen Grube und einiger Mängel, sowohl an der Maschine selbst, als an der Anstellung der Arbeiter, nach dem Zeugnisse des damaligen Hausvogts Herrn *Jansen*, sehr befriedigende Resultate lieferte.

Aber die Wahl des Materials allein ist zur Beseitigung der beiden oben gedachten Zerstörungs-Ursachen keinesweges ausreichend; es mufs vielmehr noch ein *zweites, gleich wesentliches Erfordernifs* hinzukommen, und dies ist:

> Dafs kein Theil der Steindecke, auch unter den ungünstigsten Umständen, durch die Normallast aus derjenigen Stelle gedrängt werden könne, welche ihm beim Bau angewiesen ist: dafs also jeder Theil schon während des Baues einen gleichmäfsigen und wenigstens anderthalbmal so starken Druck erlitten habe, als ihm künftig jemals aufgebürdet werden darf.

Dieser Forderung kann ebenfalls nur nach der oben bestimmten Gränze der Normallast und nur *durch vollendete Apparate,* welche, eben wie die Wagen selbst, überall gleichen Druck ausüben, Genüge geschehen. Folgende zwei Werkzeuge scheinen für den Wegebau unentbehrlich zu sein, nämlich:

A. Die Walze mit Überbau, deren Nothwendigkeit und Construction schon vor mehrern Jahren der verdiente Bergwerks-Director *Schattenmann* im Elsafs in *Dinglers* Journal beschrieb und deren gute Wirkungen derselbe durch Erfahrungs-Beweise darthat. Um aber die bedeutenden, von ihm angegebenen Kosten ihrer Herstellung, besonders in Gegenden, wo Walzen aus Granit wohlfeiler zu haben sind, als gufseiserne, zu vermindern, und um die Gefahr des Umfallens der Walze, zumal auf seitwärts geneigten Flächen, zu vermeiden, habe ich in einem Modell eine wesentlich verschiedene Construction versucht, welche, mit einigen Verbesserungen, in (Fig. 7, 8 und 11) anschaulich gemacht ist.

In diesen Figuren ist *a* die Walze aus Granit, von nur 2½ Fufs im Durchmesser und nur 3½ Fufs (1 Metre) lang: theils, weil da, wo nur erratische Blöcke gefunden werden, gröfsere Stücke selten zu haben sind, theils weil die gröfsere Höhe das Umfallen befördert und eine gröfsere Länge bei gleicher Belastung weniger wirksam ist. Die beiden wohlcentrirten Achsen *b, b* sind etwa 6 Zoll tief, und das damit zusammengeschmiedete, in eine Vertiefung versenkte Kreuz mit seinen vier Endzapfen ist gleichfalls in flachere Bohrlöcher der Grundflächen eingelassen und mit Blei oder Schwefel eingegossen. Die Walzen-Achse liegt unter einem starken, unter der tiefsten horizontalen Bohle und deren Ausschnitt befestigten Lager *c* von Metall, ist von unten durch ein angeschraubtes oder durch Charnier und Hespe zu öffnendes Brettchen *d* gegen Sand und Staub geschützt und wird durch eine verkorkte trichterförmige Röhre von aufsen geölt.

Der Kasten des Überbaues besteht an jeder der beiden langen Seiten unten aus zwei auf einander liegenden föhrenen Bohlen von 3 Zoll dick, 10 Zoll breit und 10 Fufs lang. Auf diesen liegt der Tragbaum *e*, von 10 Zoll hoch und 5 Zoll dick, so dafs er an der äufsern Seite sowohl über die beiden untern, als über die auf ihm ruhende Aufsatzbohle, um 1 Zoll hervorsteht. Er ist, um das unbequeme Umwenden der Walze zu vermeiden, an beiden Seiten des Kastens so weit verlängert, als es für die Bespannung nöthig ist, und hat mit 4 Fufs von der obern Kante bis zur Strafsenfläche eine für das Mittelpferd bequeme Höhe, daher er nicht auf, sondern unter die dritte Bohle gelegt

werden mufs. Diese vier Stücke sind an jeder Seite durch zwei Strebebänder *f, f* und zwei Seitenleisten *g, g,* welche sämmtlich über dem Tragbaum einen 1 Zoll tiefen Ausschnitt haben, durch von beiden Seiten verkeilte hölzerne Nägel zu einem Ganzen verbunden und erhalten dadurch, abgesehen von der Unterstützung durch die Strebebänder, für sich allein, nach den bekannten statischen Gesetzen, an jeder Seite eine Tragkraft, welche fast das Dreifache eines Balkens von 12 Zoll im Quadrat beträgt. Man würde also schon fast die doppelte Tragkraft erreichen, wenn man die Bohlen auch nur 2 Zoll dick machte.

Verbunden sind die beiden langen Seitenwände theils durch die vordere und die hintere Wand, von denen die eine *h* in (Fig. 7) zum Theil sichtbar ist, theils durch die bogenförmige Umfassungswand *i* der Walze, welche daselbst nur im Durchschnitt sich zeigt. Diese Wände können sämmtlich verzinkt werden, und brauchen wegen ihrer Kürze jedenfalls nur aus 2 Zoll dicken Bohlen zu bestehen. Anders verhält es sich mit dem Boden *k,* zu welchem dickere Bohlen nöthig sind, weil er die ganze Last zu tragen hat. Da derselbe auch nicht verzinkt werden kann, so ist es zweifelhaft, ob hölzerne Nägel, auch wenn sie mit inwendig eingesetzten Keilen eingetrieben werden, denselben hinreichend zu halten vermögen würden. Können sie dies nicht, so müssen die eisernen Bänder *l, l* etc. hinzugefügt werden, welche mit ihren umgebogenen Winkeln die Enden der Bohlen halten. Auch ist unter diesem Boden an jeder Seite der Walze, und zwar nach deren Länge, ein Reinigungsmesser *l', l'* angebracht, um zu verhüten, dafs die anklebenden Stoffe nicht in die Höhe gerissen werden.

Um endlich das gefährliche Umfallen der Walze zu verhüten, ist an den untern Ecken des Überbaues, unmittelbar über dem Boden, zu beiden Seiten der Walze ein Balken *m* von hinreichender Stärke durch die Bohlen der langen Seitenwände gezogen, welche an jeder Seite 2 Fufs über dieselben hervorgehen und an ihren Enden Achsen mit Scheibenrädern tragen, welche letztere wenigstens 2 Fufs von der Oberfläche der Strafse abstehen. Über diesen Achsenbalken liegt an jeder Seite eine starke Bohle *n* mit erhöhtem Rande, um auf seitwärts geneigtem Boden das nöthige Gegengewicht aufzunehmen. Diese Bohle ist in (Fig. 7) gezeichnet, aber in (Fig. 8) weggelassen, weil sie hier wichtigere Theile bedeckt hätte.

Da die Granitwalze, mit ihren Eisen, nach dem Verhältnifs ihres Cubik-Inhalts zum Gewicht des Wassers, gegen 1700 Pfd. wiegen mufs, der ganze leere Apparat also weit über 2000 Pfd. wiegen wird, so darf sie bei dem

Walzen der Steindecke Anfangs schwerlich weiter belastet werden, um nicht die noch losen Steine, statt sie zu ordnen und zusammenzudrücken, vor sich wegzuschieben. Erst allmälig kann und mufs sie durch Ziegelsteine beschwert werden und wird dann, bis zum obern Rande der zweiten Bohle gefüllt, ein Gewicht von mehr als 6000 Pfd. erreichen. Dann wächst das Gewicht ferner mit jeder Lage von Ziegelsteinen von 2½ Zoll dick um reichlich 800 Pfd. und giebt, bis zum Rande des Überbaues gelangt, ein Totalgewicht von gegen 16000 Pfd., welches dann auch, auf schon einigermafsen geebneter Fläche, auf einer Walze von kleinem Durchmesser, kaum von 6 Pferden wird fortgezogen werden können. Man wird also wahrscheinlich mit einem Totalgewicht von 10 bis 1200 Pfd. aufhören müssen. Aber dieses Gewicht ist noch bei weitem nicht hinreichend, um der Steindecke die oben verlangte Befestigung zu geben. Denn die Länge der Walze verhält sich zur Summe der Breite der 4 Felgen eines Lastwagens (von 5 Zoll Breite) wie 42 zu 20 Zoll oder wie 21 zu 10: also würde, nach dem umgekehrten Verhältnifs, die Walze ein Gewicht von 37800 Pfd. haben müssen, um den Druck eines Lastwagens von 12000 Pfd. um die Hälfte zu übertreffen. Sie mufs daher die Vollendung ihrer Arbeit einem andern Apparate überlassen.

B. Dieser ist der (Fig. 9, 10 und 12) dargestellte *Consolidirungskarren*, dessen Modell ich gleichfalls hatte anfertigen lassen, der aber, eben wie die Walze, noch einige Verbesserungen erhalten hat. Auf zwei grofsen Rädern von 6 Fufs im Durchmesser und mit 7½ Zoll breiten Felgen, welche durch den Achsenbalken *a* verbunden sind, hangt an den in denselben 1½ Zoll tief eingelassenen beiden Tragbalken *b, b*, von 12 Zoll hoch und 5 Zoll breit, ein Kasten von 6 F. hoch, 9½ F. lang und 3¾ F. breit, der bis zu 1 F. über die Strafse hinabgeht. Die beiden langen Seiten desselben bestehen, wie bei der Walze, aus 3 Zoll dicken Bohlen, die aber hier senkrecht stehen müssen, weil sie ihre Unterstützung fast in der Mitte haben. Hier, wo sie an den Tragbalken stofsen, sind sie nämlich so weit ausgeschnitten, dafs sie mit 1½ Zoll ihrer Dicke auf demselben hangen und dann durch verkeilte hölzerne Nägel mit demselben verbunden sind; wie aus (Fig. 10) und noch deutlicher aus (Fig. 12) zu sehen. Der eben so starke Boden kann durch Verzinkung hinreichend befestigt werden: bei den horizontalen Bohlen der Vorder- und Hinterwand mufs es aber auf andere Weise geschehen; doch haben diese auch keinen gleichen Druck auszuhalten. Die senkrechten Bohlen werden oben durch eine Querbohle *c* von gleicher Dicke zusammengehalten und unterstützt. Diese ist

nemlich, wie besonders aus (Fig. 12) zu sehen, in der obern Hälfte ihrer Breite inwendig um 1 Zoll verdünnt und greift mit dem untern, übrig gebliebenen Theil in einen Ausschnitt, welcher quer durch alle senkrechten Bohlen geht. Die Querbohle wird wieder an jeder Seite durch zwei Strebebänder *d, d* gestützt. Dieselben können, wegen der nöthigen Raum-Ersparung für den freien Gang der Räder, nur aus zweizölligen Bohlen bestehen, welche unten aus der Mitte, also gerade unter dem Achsenbalken ausgehen und oben mit einem Ausschnitt von der halben Dicke unter die Querbohle greifen. Die Seitenleisten *e, e* dagegen haben über der Querbohle, für die untere Hälfte ihrer Breite, einen Ausschnitt von einem Zoll Tiefe und greifen mit dem obern zurückgebliebenen Reste eben so tief in jene ein, so dafs sie in derselben hangen und dadurch zur Unterstützung der Seiten-Enden des Kastens beitragen. Die Art, wie die zur Verbindung des Ganzen nothwendigen verkeilten hölzernen Nägel am zweckmäfsigsten zu vertheilen sein dürften, findet sich in (Fig. 9) angedeutet. Ist der Kasten mit Ziegelsteinen gefüllt, so wird das Totalgewicht des Apparats über 14000 Pfd. betragen. Da sich nun die Summe der Breite seiner Felgen zur gesammten Felgenbreite eines schweren Lastwagens umgekehrt wie 15 zu 20 für den auszuübenden Druck verhält, so bedarf der Karren nur eines Gewichts von 13500 Pfd., um $1\frac{1}{2}$ mal dem Drucke der stärksten Normallast eines vierrädrigen Wagens gleichzukommen.

Da der Karren sich leicht umwenden läfst, so brauchen die Tragbalken nur nach einer Seite hin verlängert zu werden und bedürfen in je weiterer Entfernung von der Last immer weniger Stärke. Sie können daher nahe hinter dem Ebner, dessen Dorn sich auf dem von oben eingelassenen Querbrette *f* befindet, innerhalb, ohne Gefahr, jeder um 2 Zoll verdünnt werden, wodurch das mittlere Pferd einen Raum von 3 F. gewinnt, welcher hinreichend ist, wenn hier, eben wie in allen ähnlichen Fällen, durch Schlagriemen, die im Gurt befestigt sind, die Seitenschläge der Tragbäume abgehalten werden. Die vordern Pferde werden hier eben wie in (Fig. 4 und 5) angesteckt und die Leitung des Gespanns geschieht, hier und bei der Walze, eben wie beim Spurbahnpfluge. Um zu verhüten, dafs bei unvorsichtigem Niederlassen des Karrens die Enden der Tragbäume nicht abgestofsen werden, ist unter den vordern beiden Ecken des Kastens ein Klotz *g* von solcher Höhe zu befestigen, dafs die Tragbäume nicht den Boden der Strafse berühren können.

Da, eben wie bei der Walze, die Last im Gleichgewicht vertheilt ist, so kann sie dem mittleren Pferde kaum lästig werden. Fürchtet man dies jedoch,

so läfst sich die Last leicht durch eine Querstange über den Sätteln auf alle drei Pferde vertheilen. Da ferner die Halskoppeln aller drei Pferde an den Träger des vordern Ebners befestigt werden können, so wird für jene auch das Aufhalten des schweren Karrens nicht leicht über ihre Kräfte gehen. Wäre dies jedoch zu besorgen, so lassen sich leicht zwei Bremsenklötze *h* unter einem Querbrett *i* anbringen, welches unter einem andern, längs der Mitte des Kastens liegenden Brette *k* befestigt ist. Dieses wird durch ein Charnier an der Vorderwand gehalten und durch die bewegliche Stange *l* von einem Arbeiter hinter dem Kasten nach Bedürfnifs herabgezogen, nachher aber durch Aufstellung der Stange auf die Bank *m* wieder aufser Wirksamkeit gesetzt.

Aufser zu der Consolidirung der Strafse könnte dieser Karren auch zugleich zum Transport und zur gleichförmigen Ausbreitung trockner Materialien, z. B. Sand, Kiesel und feinen Kieses gebraucht werden. Für diesen Zweck, der dem andern nicht hindert, wird die unterste Querbohle der hintern Wand *n* weggelassen und die Öffnung aufserhalb durch einen starken Schieber *o* geschlossen, der durch eine eiserne Stange mittels eines Hebels von dem hinten gehenden Arbeiter auf eine beliebige Höhe gestellt werden kann. Auch zu flüssigen Gegenständen, z. B. Wasser, oder Kalkmilch zum Einschlämmen, kann der Karren gebraucht werden, wenn er kalfatert ist und der Schieber einigermafsen wasserdicht schliefst. In diesem Falle mufs aber inwendig ein durchlöcherter Schieber von Blech vorgestellt werden können, damit die Flüssigkeit nicht zu plötzlich herausstürze, sondern in Form eines Regens sich ergiefse. Auch läfst sich, wenn der Kasten geleert ist, durch die Öffnung ein breiter keilförmiger Besen stellen, um Das, was etwa von der Strafse abgekehrt werden soll, in Streifen zusammenzufegen und es leichter wegzuschaffen.

Zum Schlusse füge ich jetzt noch einige Worte über den Neubau einer Wegestrecke *und über die Anwendung der beschriebenen Apparate* hinzu.

Nachdem die Breite des zu bauenden Weges nach Maafsgabe der vorbestimmten Construction abgesteckt ist, die Steigungen und Senkungen desselben, so wie die ausgestochnen Seiten- und Abzugsgräben gehörig regulirt und zwar letztere so eingerichtet sind, dafs in den Seitengräben niemals Wasser zur Erweichung des Untergrundes *stehen bleiben* kann, wird das Planum mit langen Eggen durchzogen, um die kleinen Ungleichheiten und Zwischensenkungen auszugleichen, und dann stark gewalzt, um die dadurch zum Vorschein ge-

kommenen Ungleichheiten wiederum wegzuschaffen. Kann dies im Herbste, vor der im folgenden Frühlinge erfolgenden Steinbedeckung geschehen, so wird durch das Setzen im Winter der Erfolg um so mehr gesichert. Jedenfalls aber müssen jetzt schon alle gröfsern Steine bis auf 6 Zoll tief herausgeschafft werden.

Besteht das Planum aus reinem Sande, so ist natürlich keine besondere Sand-Unterlage für die Steinbedeckung nöthig. Auf Thonboden aber, wie er in (Fig. 1, 2 und 3) angenommen, ist die Sand-Unterlage nicht zu entbehren, indem der Thon durch die Feuchtigkeit erweicht wird und die Steine in ihn einsinken, während die Nässe gegentheils die Widerstandsfähigkeit des Sandes vermehrt. Hat man es also mit einem Thonboden zu thun, so müssen zuerst mit dem Spurbahnpfluge die Spurlinien ausgeschnitten und die ganze Strafse mufs, nach der Beschaffenheit des Thons, 6 bis 10 Zoll hoch mit Sand bedeckt werden. Nachdem dieser Sand geeggt und gewalzt ist, werden abermals die Spurlinien gerade über den Vorigen ausgeschnitten. Indefs dürfte es rathsam sein, zuerst nur die eine, kleinere Hälfte der Wegestrecke ganz zu vollenden, ehe man die andere beginnt, um das unveränderte Planum, und zwar noch ehe auf dasselbe die Sand-Unterlage aufgebracht ist, für die Zufuhren zum Bau der ersten Hälfte benutzen zu können. In diesem Falle sind also zuvörderst nur *ein* Paar Spurlinien im Planum und in der Sand-Unterlage auszupflügen. Hierauf werden an der Grabenseite die Randsteine so gelegt, dafs ihre innere Seite das Ende des Ausschnitts der äufsern Spurlinien berührt und gegen 5 Zoll über die Sand-Unterlage hervorragt; jedoch werden sie nicht gerammt; was erst später geschehen mufs. Das Nämliche geschieht an der Gränze der kleinern Hälfte der Fahrbahn; jedoch nur provisorisch, um vorläufig durch die andere Reihe Steine ein Maafs für die obere Decke zu bekommen und das Ausweichen derselben zur Seite zu verhindern. Bevor aber die obere Decke aufgetragen wird, müssen die beiden Spurlinien reichlich gefüllt, wiederholt gewalzt und mit einer dünnen Sandlage bedeckt werden, damit sie dem spätern Drucke, welcher sie stärker treffen wird, als den übrigen Theil der Strafse, besser Widerstand leisten können und durch den Druck keine merkliche Vertiefung der Oberfläche entstehe. Die möglichst eben ausgebreitete Oberfläche wird nun zwischen den Randsteinen zuerst mit der leeren Walze gewalzt, damit die Steine vorläufig geordnet und zusammengedrückt werden, sodann mit immer stärkerer Belastung der Walze, so weit die Bewegung der Kiesel und die Kraft der Pferde es erlaubt. Sollten jedoch die Kiesel, zumal sehr gerundete, zu viele Schwierig-

keit machen, so mufs man eine dünne Schicht feinen trocknen Sandes aufbringen und denselben, entweder durch abgewartetes Regenwetter, oder durch aufgegossenes Wasser einschlämmen lassen, um dann die Arbeit weiter fortzusetzen. Es darf jedoch nicht früher und nicht mehr Sand aufgebracht werden, als eben nöthig ist, damit durch den Sand die Steine nicht zu weit aus einander gedrängt werden. Auch dürfte der von unten sich eindrängende Sand das Hülfsmittel meistens unnöthig machen.

Aber das Befahren mit der vollbelasteten Walze kann nicht einmal für die leichten Wagen hinreichen. Denn da sich die Summe der Breite ihrer Felgen zur Länge der Walze höchstens verhält, wie 10 Zoll zu 42 Zoll, so müfste die Walze mehr als das Vierfache von $1\frac{1}{2}$ mal 3000 Pfd., also ein Totalgewicht von 18000 Pfd. haben, wenn sie den Druck auch nur leichter Wagen um die Hälfte übertreffen sollte. Der Consolidirungskarren hingegen bedarf dazu nur eines Totalgewichts von 6750 Pfd. und ist also ganz geeignet, die Festigung fortzusetzen. Bevor er jedoch dieselbe beginnt, wird eine dünne Schicht kleinen Kieses, und darüber ein wenig feiner Sand, über den ganzen Raum zwischen den Randsteinen ausgebreitet und noch einmal gewalzt, damit der Kies nachher, durch den stärkern Druck in die Lücken der Kiesel, durch welche er gegen das Zermalmen geschützt wird, getrieben, diese ausfülle und zugleich die ebene Fläche der Strafse befördert werde. Ein einmaliges Befahren der ganzen Strafsenfläche wird dazu wahrscheinlich hinreichen; höchstens dürfte dasselbe noch einmal wiederholt werden müssen.

Die beschriebene Befestigung ist nun zwar für die leichten Wagen hinreichend, aber bei weitem noch nicht für diejenigen Spurlinien, welche von den schweren Lastwagen mit breiten Felgen nicht verlassen werden sollen und also diesen Widerstand leisten müssen. Für diese müssen also die Spurlinien von dem Consolidirungskarren noch so lange befahren werden, bis das Maximum seiner Last, d. h. ein Totalgewicht von etwa 14000 Pfd., keine Veränderung mehr in denselben hervorbringt. Sollte hiedurch auch eine geringe Vertiefung der Spurlinien entstehen, so ist eine solche doch noch immer weit weniger nachtheilig, als eine mangelhafte Festigung, und hat sogar den Vortheil, dafs die Frachtführer dann die Spuren um so leichter einhalten, obgleich die Spurweisersteine sie dazu schon hinreichend anweisen, indem sie auf einer 2 F. breiten Fläche leicht durch das Augenmaafs den gehörigen Abstand von jenen Steinen treffen können. Übrigens ist die Anwendung des Karrens auf die Spurlinien nicht sehr weitläuftig, da seine breiten Felgen ein Paar Spur-

keinen durch vier Fahrten reichlich bedecken können, also eine nochmalige Wiederholung die Zahl der Fahrten nicht sehr vergröfsert.

Nachdem diese Arbeit vollendet ist, werden die Randsteine an der Grabenseite bis ein wenig unter das Niveau der Strafsenfläche hinabgerammt, der aus thonhaltigem Sande mit einer dünnen Kiesdecke gebildete Fufspfad wird gewalzt und zuletzt werden die Spurweisersteine, in gehörigem Abstande von den Spurlinien, gesetzt und weifs gekalkt. Ob es dann noch die Mühe und Kosten lohnt, die ganze Fahrstrafse mit Kalkmilch (vielleicht frischgelöschter) zu begiefsen, um dadurch den eingeschlämmten Sand mit dem Kiese und den Kieseln wie durch einen Mörtel zu einem Ganzen zu verbinden und die Wasserdichtigkeit der Oberfläche zu vermehren, müssen Versuche entscheiden. Doch darf Dies offenbar nicht eher geschehen, bis jedes Element der Strafse seine unverrückbare Stellung erhalten hat.

Da jetzt die eine Hälfte der Strafsenbreite vollendet ist, so kann sie nun, wie vorher die unvollendete, für die Zufuhr beim Bau der andern Hälfte benutzt werden. Dies geschieht wie bei der ersten Hälfte; nur ist zu bemerken, dafs, wenn man bis zur Legung der Randsteine gekommen ist, die in der Mitte provisorisch gesetzten Steine wieder herausgenommen werden müssen, um sie an ihre eigentliche Stelle zu setzen.

Die *einfache Spurbahn* (Fig. 2) kann auf die nämliche Weise gebaut werden; nur mit dem Unterschiede, dafs man die zweite Reihe der Randsteine unmittelbar hinter die Gränze der zweiten Spurlinie legt und sie nach Vollendung der eigentlichen Spurbahn nicht wieder herausnimmt, sondern sie ebenfalls bis auf das Niveau der Fahrbahn hinabrammt und dann daran die Steindossirung des Ausweichungsraums so anlehnt, dafs, nach dessen Befestigung für leichte Wagen, kein Absatz entsteht. Die Bedingungen, unter welchen solche einfache Spurbahnen auch für den Fracht-Verkehr brauchbar sein dürften, habe ich in der oben erwähnten Schrift S. 94 und 95 angegeben.

Auch der Nebenweg (Fig. 3) kann im Wesentlichen auf die nämliche Art gebaut werden. Da aber die schweren Frachtwagen von demselben ausgeschlossen sind, so fallen die Spurlinien, nebst der stärkeren Festigung durch die *volle* Last des Consolidirungskarrens bei demselben weg; auch wird bei ihm die Ausfüllung der Dossirung des Ausweichungsraums durch thonhaltigen Sand, mit einer gutgewalzten dünnen Kiesdecke darüber, hinreichend sein.

Dafs die auf solche Weise befestigten Kieselstrafsen eine ungleich längere Dauer haben werden, als die gewöhnlichen Kunststrafsen, ist kaum

zu bezweifeln. Denn da die auf ihnen geduldeten Lasten die Steine weder zerdrücken, noch aus ihrer Lage treiben und dadurch Stöfse verursachen können, so fallen die wesentlichen Ursachen der Zerstörung weg. Auch die Friction kann ihnen weit weniger schaden, als den Eisenbahnen, weil darauf kein Fuhrwerk sich bewegt, welches, wie die Dampfwagen, durch die Drehung der Räder fortgetrieben wird; was, so wie durch den Randkranz zur Seite, zumal in Curven, eine starke Reibung verursacht, wogegen bei rollenden, von Pferden gezogenen Rädern nur eine sehr unbedeutende Reibung Statt findet, so lange sie nicht gebremst und dadurch zum Schleifen gebracht werden, welches dann der Strafse grofsen Nachtheil bringt und also möglichst vermieden werden mufs. Der Haupt-Angriff wird ihnen also nur von den Pferdehufen kommen, insofern von diesen einzelne, minder befestigte Theile losgerissen werden können; doch wird auch diese Gefahr grofsentheils wegfallen, wenn keine Griffe und scharfe Stollen der Huf-Eisen geduldet werden; aufser ausnahmsweise, wenn die Strafsen mit Schnee und Eis bedeckt sind; selbst dann aber dürfen sie nicht so lang sein, dafs sie bis auf die Strafsenfläche durchdringen können. Von *Verwitterung* ist, bei einem Material, welches Jahrhunderte ohne merkliche Veränderung überdauert, am wenigsten zu besorgen.

Freilich soll hiemit nicht gesagt sein, dafs solche Strafsen vom allgemeinen Loose der Vergänglichkeit frei wären und für immer dauern könnten. Aber, wenn sie nur nicht der unaufhörlichen Reparaturen bedürfen, welche bei den gewöhnlichen Strafsen eine so unerträgliche Last sind und durch ihre schlechte Verbindung mit dem ursprünglichen Strafsentheile das Übel stets vergröfsern, scheint der Gewinn bedeutend genug, um zu den Versuchen aufzufordern, die ich schon vor 10 Jahren zu veranlassen suchte. Auch die Befreiung von dem den Reisenden so lästigen Staube, der auf solchen Strafsen nicht leicht Statt finden kann, möchte einen nicht unerheblichen Nebengrund dazu darbieten.

Damit nicht die Furcht vor den *Kosten*, welche die von mir verlangte und um den Zweck zu erreichen durchaus unerläfsliche Bearbeitung erfordert, zu abschreckend scheinen möge, will ich hierüber Einiges zur Beruhigung sagen.

Was zuerst die *Apparate* betrifft, so ist freilich die *Kiessiebmaschine* die einzige, welche schon im Grofsen ausgeführt ist und deren Kosten sich also einigermafsen aus der *Erfahrung* ergeben. Doch sind auch diese Kosten an verschiedenen Orten, nach der Concurrenz und den gewohnten Preisen der Handwerker, sehr verschieden, indem die meinige gegen 100, die Neumünstersche

dagegen noch nicht 60 Thaler kostete. Die Maschine kann indefs nicht blofs da, wo man Sammelsteine hat, entbehrt, sondern auch da, wo man sie für Kiesgruben gebrauchen will, von grofsen Wege-Communen gemeinschaftlich angeschafft werden, weil sie in kurzer Zeit eine Menge von Material liefert und also von den Einzelnen nicht sehr lange gebraucht wird.

Noch mehr ist Letzteres der Fall bei dem Spurbahnpfluge, der zwar der theuerste von den Apparaten sein wird, aber nur eine so kurze Zeit für bedeutende Wegestrecken nöthig ist, das ganze Landschaften ihn gemeinschaftlich besitzen können, ohne im Gebrauche beschränkt zu werden.

Häufiger ist die Anwendung des *Consolidirungskarrens,* besonders wenn er zu den oben bezeichneten Nebenzwecken benutzt wird; doch werden immer noch einige kleinere Wege-Communen sich über die Anschaffung zum gemeinschaftlichen Gebrauche vereinigen können. Nur die *Walze mit Überbau* ist ein so häufig anzuwendendes Erfordernifs, nicht blofs für bedeckte, sondern auch eben so sehr für unbedeckte Wege, dafs auch die kleinsten Wege-Communen im Besitz derselben sein sollten und dafs dem Mangel derselben grofsentheils die schlechte Beschaffenheit der letztern Art von Wegen zuzuschreiben ist. Ihre Anschaffung kann aber nach der angegebenen Construction nicht so grofse Kosten verursachen, dafs, bei ihrer Dauerhaftigkeit, die jährlichen Zinsen der Kosten derselben, so wie der übrigen Apparate, irgend drückend werden könnten und mit den sonst erforderlichen Erhaltungskosten in Vergleich zu stellen wären.

Erheblicher sind freilich die *Kosten der Bearbeitung* der Strafse selbst; aber ein ungefährer Überschlag wird leicht zeigen, dafs sie im Verhältnifs zu den übrigen Kosten einer Wegestrecke und zu den grofsen Vortheilen, die dadurch gewonnen werden, kaum in Betracht kommen. Rechnet man nämlich bei einer *doppelten Spurbahn:*

1.	Zum Eggen des *Planums* 1 mal 6 und für die Walze 2 mal 6 Fahrten, so sind dies	18 Fahrten.
2.	Zum Eggen der *Sand-Unterlage* 1 mal 6 und zum Walzen 1 mal 6 Fahrten, thut	12 – –
3.	Für den *Spurbahnpflug* 2 mal 2 Fahrten, thut	4 – –
4.	Für die *Steindecke*	
	a. Walzen der Kiesel in den Spurlininien, 2 mal 4 Fahrten, thut	8 – –
	b. Walzen der obern Decke 4 mal 5 Fahrten, thut . . .	20 – –
	Bis hierher	62 Fahrten.

Bis hierher 62 Fahrten.

c. Bearbeitung mit dem Consolidirungskarren, für die ganze Oberdecke, 2 mal 16, thut . . . . 32 - -

d. Desgleichen für die Spurlinien besonders, 3 mal 8 Fahrten, thut . . . . 24 - -

5. Dazu kommen noch für die beiden Fufspfade *c*, 3 mal 4 mal 2 Walzenfahrten, thut . . . . 24 - -

Zusammen 142 Fahrten.

Da nun jede Fahrt, mit 6 Pferden und 2 Führern, nach hiesiger Extraposttaxe nicht mehr als 2 Thlr. Cour. für die Meile kostet, so würde die ganze Befestigung nur 284 Thlr. Cour. und höchstens, wenn auch 200 Fahrten nöthig sein sollten, 400 Thlr. Cour. (= 480 Thlr. Preufs.) kosten. Jeder Sachkundige aber weifs, dafs eine solche Summe schon durch die gewöhnlichen Erhaltungskosten in einem, oder höchstens zwei Jahren reichlich vergütet wird, und dafs sie nur einen äufserst geringen Theil von den Ersparungen wegnimmt, welche durch die vorgeschlagene Bau-Art am Bedeckungs-Material gemacht werden können, indem die Dauer einer Strafse weit mehr von der Beschaffenheit und Befestigung, als von der Dicke ihrer Bedeckung abhangt. Vergleicht man nämlich den körperlichen Inhalt der Steinbedeckung einer gewöhnlichen Chaussée von 18 F. Breite und nur $\frac{3}{4}$ F. Dicke mit demjenigen, welchen die Bedeckung der drei in (Fig 1, 2 und 3) vorgestellten Bau-Arten ergeben, so findet sich Folgendes.

Für eine Meile von 1614 Hamb. Ruthen erfordert die eben angegebene *Chaussée* 1210 Steinfaden (zu 288 Hamb. Cub. Fufs); dagegen die *doppelte Spurbahn* nur 851, und wenn man für die Spurlinien wegen des stärkern Druckes Eindrittel zusetzt, etwa 910, die *einfache* Spurbahn 554 und mit Eindrittel Zuschlag für 1 Paar Spurlinien 580, der *Nebenweg* aber, bei welchem die Spurlinien ganz wegfallen, aufser der dünnen Kiesbedeckung des Ausweichungsraums, nur 300 Steinfaden. Es werden daher von Dem, was zur Chaussée nöthig ist, bei der doppelten Spurbahn 300, bei der einfachen 730 und beim Nebenwege reichlich 900 Steinfaden erspart.

Vorschläge, wie die Einnahmen mit den *wirklich nothwendigen* Kosten in bessere Übereinstimmung zu bringen sind, finden sich in der oben gedachten Schrift S. 8 bis 11.

Zusatz.

Fahrbahnen ohne eine wohlbefestigte Steindecke können keine Dauer haben; denn ihre Oberfläche wird in trocknem Wetter von den Rädern zermalmt und als Staub vom Winde entführt, beim Regen aber theils weggeschwemmt, theils in erweichtem Zustande von tiefen Radspuren durchschnitten und an den Stellen, wo sich das Wasser sammelt, durch das Heraustreiben des Schlamms mit gefährlichen Löchern durchsetzt. Sie erfordern daher, wenn sie in einem einigermafsen fahrbaren Zustande erhalten werden sollen, eine unaufhörliche Reparatur und werden durch dieselbe, abgesehen von den Hindernissen, welche sie jeder schnellen Bewegung entgegensetzen, meistens noch kostbarer, als zweckmäfsig bedeckte Wege. Die unbedeckten Wege dürfen also nur als Nothbehelfe angesehen und nur da gebilligt werden, wo die *Mittel* zu einem dauerhaften Wegebau fehlen, oder wo die Strafse nur von wenigen leichten Wagen befahren wird. Doch auch in diesem Falle liefse sich Mehr thun, und Besseres, als gewöhnlich geschieht, wenn man für Folgendes sorgte.

Erstlich. Dafs durch *gut nivellirte Abzugsgräben* der Untergrund der Strafse stets frei von Wasser erhalten werde.

Zweitens. Dafs das Planum der Strafse durch Auffüllung und durch Eggen und Walzen *von allen kleinen Senkungen,* in denen das Wasser der Spuren sich anhäuft, *befreit,* den *gröfsern Vertiefungen aber* durch Steindecken eine solche Festigkeit gegeben werde, dafs sich daselbst auf der Oberfläche keine Spuren bilden können, welche das niederströmende Wasser am Abfliefsen hindern. Gehen an diesen Stellen Siele unter der Strafse hindurch, so müssen dieselben so tief liegen, oder die Strafse mufs zu beiden Seiten, mit regelmäfsiger Dossirung, um so viel erhöht werden, dafs die Vertiefung mit ihrer Bedeckung über denselben zu liegen kommt, weil sonst zu beiden Seiten des Siels sich Schlaglöcher bilden.

Drittens. Dafs das Planum einen *fast horizontalen Querschnitt* und nur in der Nähe der Gräben eine eigentliche Dossirung bekomme. Die starke Abrundung schadet auch den unbedeckten Wegen weit mehr, als sie ihnen nützt. Denn da auf derselben unvermeidlich vertiefte Radspuren entstehen, so fliefst auf einem regelmäfsigen Abhange der *Länge nach* das Wasser in den Spuren bis zur tiefsten Senkung, ohne früher als hier in die Gräben zu gelangen; was zwar auf gemischtem Boden keinen sonderlichen Schaden thut,

weil nur die Thontheilchen fortgeschwemmt werden, der Sand dagegen zurückbleibt und die Spur härtet: auf völlig horizontalem Längenprofil dagegen kann das Wasser jedenfalls nicht eher in die Seitengräben gelangen, bis es alle dazwischen liegenden Spurwälle durchbrochen hat. Dazu kommt, dafs auf stark abgerundeten Strafsen der Wagen aufserhalb der Mitte der Strafse stets nach einer Seite hängt, also der Schwerpunct dahin gedrängt, die Spur und ihr Wall daselbst verstärkt, mithin das Wasser immer mehr am Durchbruch gehindert wird, bis zuletzt die Gefahr des Umwerfens entsteht.

Viertens. Dafs die Strafsenfläche sorgfältig *von allen Steinen befreit* werde. Denn, so nützlich auch eine festverbundene geebnete Steindecke ist: so schädlich sind die *zerstreuten* Steine. Sie schaden durch die Stöfse, welche sie verursachen, nicht blofs den Fahrenden und den Wagen, sondern auch der Strafse selbst, indem sich, eben durch die Stöfse, Löcher zu beiden Seiten bilden. Schon die *Wegschaffung* der Steine ist daher eine wesentliche Wegebesserung.

Fünftens. Dafs eine passende *Mischung von Sand und Thon* hervorgebracht werde. Der reine Sand verliert bekanntlich in der Dürre allen Zusammenhang und erschwert dadurch das Fahren in hohem Grade: der reine Thon dagegen wird durch die Nässe in Schlamm verwandelt, in welchem die Lasten versinken. Daher mufs der Sand durch Thon gebunden, der Thon durch Sand gegen die Auflösung geschützt werden. Beides mufs aber auf eine zweckmäfsige Weise geschehen. Bringt man auf einmal eine dicke Thonschicht auf den Sand, so macht man den Weg für lange Zeit in der Nässe unfahrbar: dicke Sandlager dagegen auf dem Thon führen in der Dürre alle Unbequemlichkeiten eines Sandweges herbei. Um beides zu vermeiden, müssen nur allmälig dünne Schichten aufgebracht und die Lehmschicht mufs wieder mit etwas Grand und Kies bedeckt, die Sandschicht hingegen durch eine schwache Lehmdecke mit Grand und Kies gebunden werden. Wiederholt man dieses Verfahren mehrere Jahre, und wird gehörig geegget und gewalzt, so kann dadurch eine Mischung erlangt werden, die für nicht zu schweres Fuhrwerk einen ganz erträglichen Weg giebt.

Sechstens. Überhaupt kann ein fleifsiger *Gebrauch der Egge und Walze* nicht genug empfohlen werden. Nichts ist für die Wegebesserung verderblicher, als die gewöhnliche Unart, das rauh und ungleich aufgeworfene Material, wohl gar mit Steinen, Vegetabilien, Erdklöfsen und Rasenstücken gemengt, ungeebnet liegen zu lassen. Dadurch wird nicht blofs allen

atmosphärischen Niederschlägen das Eindringen geöffnet, sondern auch von Anfang an eine grofse Verschiedenheit der Widerstandsfähigkeit und der erste Anlafs zu Radstöfsen verursacht, welche nun die Ursache der nachfolgenden Löcher werden. Läfst man dagegen gebührendermafsen Egge und Walze wirken, so erhält man von Anfang an eine gleichartige, ebene und unbefestigte Oberfläche, welche das Eindringen der Feuchtigkeit hindert, den Rädern einen gleichförmigen Widerstand darbietet und fürs Erste keine Veranlassung zu Stöfsen und Löchern giebt. Bilden sich später tiefe Spuren und Löcher, so müssen dieselben so oft als möglich wieder durch Egge und Walze geebnet werden. Daher dürfte für jede Wege-Commune eine Walze mit Überbau ein ganz unentbehrlicher Apparat sein.

Heide im August 1849.

13.

Von den Gesetzen der Bewegung der Luft (der Aërodynamik).

(Nach *D'Aubuisson de Voisins.*)

Bei den Bestrebungen in der neuern Zeit, die materiellen unorganischen Naturkräfte immer mehr zu gewerblichen Zwecken zu benutzen, hat auch nothwendig die Spannkraft oder Elasticität der atmosphärischen Luft, so wie die Wirkung bewegter Luftmassen, mehr berücksichtigt werden müssen. So hat sich der ältern Benutzung der Luftkraft zu Saugpumpen und andern Wasserhebemaschinen, zu Luftblasen oder Windkesseln in denselben und in Spritzen, zu Windbüchsen etc., so wie der Luftströme zu Gebläsen, zu Windmühlen und zum Segeln, insbesondere eine weit aussehende Anwendung der Luftspannung zur Fortbewegung von Lasten auf Eisenbahnen gesellt; ferner eine Anwendung der Luftspannung zum Einrammen von Pfählen, zum Eintreiben hohler Pfähle ohne Rammen u. s. w. Die Benutzung der Luftspannung zur bewegenden Kraft auf Eisenbahnen wird noch besonders dann sehr bedeutend und fruchtbringend werden, wenn man dereinst wird eingesehen haben, um wieviel vortheilhafter es sei, die Kraft des Wasserdampfes *nicht während der Fahrt* zu erzeugen, sondern sie durch *feststehende* Maschinen *Luft zusammendrücken* zu lassen, die zusammengedrückte Luft in Behältern mitzunehmen und die Spannkraft dieser, statt wie jetzt die des Dampfs, ganz wie die letztere, zur bewegenden Kraft auf den Eisenbahnen dienen zu lassen. Auch von der schon, selbst mehr im Grofsen versuchten Art der Benutzung der Spannkraft der Luft zu den sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen ist noch mancher Nutzen zu hoffen; und gar manche andere Anwendung und Benutzung der Spannkraft oder Elasticität der Luft mag ferner noch möglich sein. Denn es ist diese Kraft überaus mächtig; sie läfst sich beim Zusammendrücken der Luft so weit steigern, als man will, und ist, da sie einem Stoffe inwohnt, der überall in unbegrenzter Menge vorhanden ist und der allein unter allen Stoffen *nichts kostet,* unschätzbar. Sie ist freilich nicht eine schon in Wirksamkeit gebrachte

Kraft, wie die des Dampfs, in welchen Feuer das Wasser verwandelt hat: sie ist nur eine gleichsam gebundene Kraft, die aber, durch andere Kräfte und mechanische Mittel zur Wirkung gebracht, einen vortrefflichen *Kraftträger*, das heifst ein treffliches Mittel abgiebt, eine vorhandene wirksame Kraft dahin zu leiten, wo sie wirken soll; so wie denn auch die Luftströmungen in der Atmosphäre, welche die Natur selbst hervorbringt und die ebenfalls *nichts kosten*, wohl noch mehr benutzt werden könnten.

Unter diesen Umständen dürfte es zeitgemäfs und zu wünschen sein, dafs Das, was man bis jetzt von den Gesetzen der Bewegung und den Wirkungen der Spannkraft der Luft weifs, mehr als es wohl bisher der Fall war und allgemeiner in Umlauf komme; damit fernere Erweiterungen des Wissens in diesem Puncte mehr angeregt werden mögen.

In der That ist Dessen, was man bis jetzt von der Aërodynamik oder Pneumatik weifs, nur noch wenig, oder doch nur Unsicheres. Doch ist dies nicht zu verwundern, denn selbst die Lehre von der Bewegung *tropfbarer* Flüssigkeiten, namentlich des Wassers, ist noch sehr unvollkommen und weit hinter der Wissenschaft von der Bewegung *fester* oder *starrer* Körper zurück. Während die Dynamik dieser letztern Körper durch Schlüsse, rein *a priori*, den Himmelskörpern ihre Bahnen mit Sicherheit vorhersagt, darf sich schon die Dynamik *tropfbar flüssiger* Körper, die Hydrodynamik, nirgend mit Schlüssen *a priori* hervorwagen, indem ihre Schlüsse fast überall nur auf Hypothesen, also nur mehr oder weniger auf Willkür fufsen, das heifst, mehr oder weniger *keinen festen* Grund haben. Kein Ergebnifs von Schlüssen und Rechnungen der Hydrodynamik darf man, wenigstens nicht eher, für zuverlässig halten, ehe es nicht Versuchen im Grofsen an ähnlichen Fällen angeschmiegt worden ist und ehe nicht Erfahrungen gezeigt haben, dafs die Schlüsse wenigstens zu der Voraussetzung einer Analogie der Fälle berechtigt sind. Noch viel mehr ist alles Dies in der Lehre von der Bewegung *elastischer Flüssigkeiten*, der Aërodynamik, der Fall. Deshalb berühren denn auch die für die Ausübung bestimmten *Lehrbücher* der Hydraulik die Aërodynamik gar nicht, oder fast gar nicht, obgleich die Bemühungen, um auch hier die Wahrheit zu erforschen, seit 150 und mehren Jahren bis auf die neuste Zeit, zahlreich waren.

Eine Ausnahme in der Ausschliefsung der Aërodynamik macht das treffliche, zu wenig allgemein bekannte Lehrbuch der Hydraulik von *D'Aubuisson de Voisins;* und was der Herr Verfasser von den Gesetzen der Bewegung der

Luft lehrt, ist um so wichtiger, da er in seinem Beruf Gelegenheit hatte, selber Versuche über Verschiedenes anzustellen, um die hypothetischen Sätze davon zu prüfen, die theoretischen Ergebnisse denen der Versuche anzupassen und so möglichst zu sichern Sätzen zu gelangen.

Wir haben früher, im 4ten Heft 17ten Bandes dieses Journals, aus dem classischen Buche des Herrn *D'Aubuisson* einen Abschnitt mitgetheilt und mit einigen Anmerkungen begleitet, nemlich den Abschnitt von der Bewegung des *Wassers in Röhren.* Das was der Herr Verfasser von der Aërodynamik lehrt, bildet zugleich das Seitenstück zu jenem Abschnitte; denn es handelt ausführlich auch von der Bewegung der *Luft in Röhren;* so wie aufserdem von den Gebläsen und der Kraft der Luftströmungen. Wir glauben also, aus den im Eingange berührten Gründen, nemlich weil die Technik jetzt immer mehr auch die Spannkraft der Luft zu benutzen anfängt, dafs es nicht unrecht sein werde, wenn wir Das, was sich in dem Buche von den Gesetzen der Bewegung der Luft findet, hier im Deutschen mittheilen; und zwar, wie immer, nicht blofs die Worte übertragen, sondern auch die fremden Maafse und Gewichte auf einheimische und zwar Preufsische gebracht. Durch das Letztere wird auch selbst Denen noch ein Dienst erzeigt werden, die das Original lesen. Wir werden dem Text wieder einige Bemerkungen beifügen; auch schienen einige kleine Veränderungen des Vortrages nützlich. Der Herr Verfasser drückt nemlich bei *allen* Formeln, so wie sie auseinander sich entwickeln, Alles was von den unveränderlichen Gröfsen herkommt jedesmal sogleich in *Zahlen* aus. Dies ist zwar zum Gebrauch der Formeln in der Ausübung ganz erwünscht, allein es erschwert die Übersicht der Entstehung der Formeln, so wie ganz ungemein die Reduction der Zahlen auf andere Maafs- und Gewichts-Einheiten. Wir haben daher auch die unveränderlichen Gröfsen allgemein durch Buchstaben bezeichnet und deren Werthe in Zahlen daneben angegeben. So ist nun die Zusammensetzung und Entstehung der Formeln deutlicher und sichtbarer, und man kann danach in jedem beliebigen Maafs- und Gewichtssysteme rechnen.

Von der Aërometrie.

(Aus *D'Aubuisson* traité d'Hydraulique à l'usage des ingénieurs 2ᵐᵉ édit. Paris 1840. S. 569 bis 626.)

Zweites Buch. Die Aërometrie.

1.

Wir werden die ***Aërometrie*** oder die Lehre von der Bewegung der luftförmigen Körper, die man also schicklicher ***Aërodynamik*** nennen sollte, eben so eintheilen wie die Hydraulik, folglich für folgende Fälle die Gesetze der Bewegung abzuhandeln haben:

Erstlich. Wenn der luftförmige Körper unter der Wirkung eines Drucks aus einem Behälter strömt.

Zweitens. Für Strömungen in Röhren.

Drittens. Die Gesetze des Stofses luftförmiger Körper.

Zu dem Abschnitt der Hydraulik von Wasserhebemaschinen giebt es hier kein Seitenstück.

Wir beginnen mit einer kurzen Angabe einiger Eigenschaften der *atmosphärischen Luft;* denn von dieser wird insbesondere die Rede sein.

Mechanische Eigenschaften der Luft.

2.

Die atmosphärische Luft, obgleich eine Mischung zweier wesentlich verschiedener einfacher Stoffe, Sauerstoff und Stickstoff, ist für die Mechanik ein stetiger und einfacher Körper.

3.

Elasticität. Die atmosphärische Luft ist, gleich allen luftförmigen Körpern, vollkommen *elastisch.*

Vermöge dieser Eigenschaft strebt sie unveränderlich, in einen gröfsern Raum sich auszudehnen und, in einen Behälter eingeschlossen, übt sie auf jeden Theil der Wände des Behälters einen Druck aus. Abgesehen von dem *Gewicht* der Luftmasse, ist dieser Druck, nach den Gesetzen der Hydrostatik, auf jeden gleich grofsen Theil der Wände des Behälters gleich grofs. Setzt

man an irgend einer Stelle des Behälters einen ***Manometer*** an, so giebt die Höhe, auf welche in demselben die tropfbare Flüssigkeit, z. B. das Quecksilber steigt, den Druck oder die Spannung oder die elastische Kraft der Luft in dem Behälter an.

Der Manometer, dessen ich mich bei den weiter unten beschriebenen Versuchen bedient habe, besteht aus einer doppelt umgebogenen gläsernen Röhre, die auf ein hölzernes Brettchen mit Charnieren befestigt war. Von den drei Armen A, B und C der Röhre liegt der erste A hinter dem zweiten B, und ist leer; die beiden andern Arme enthalten in ihrer untern Hälfte Quecksilber, oder gefärbtes Wasser, welches, ohne sonstigen Druck, in den beiden Armen gleich hoch steht. Das Werkzeug wird mit seinen untern kegelförmigen Enden in ein darauf passendes Loch im Behälter gesteckt. Hat die Luft in dem Behälter eine stärkere Spannung als die äufsere Luft, so drückt sie vermöge der ersten Röhre A, die mit der zweiten und dritten B und C Eins ist, das Quecksilber in der zweiten B hinunter und in der dritten C hinauf, und der ***Unterschied*** der Höhen der Flüssigkeit in der zweiten und dritten Röhre B und C giebt das Maafs des Überschusses der Spannung der Luft im Behälter über die der äufsern Luft an.

4.

Prefsbarkeit der Luft. Der Raum, in welchen die Luft durch einen Druck zusammengeprefst wird, steht in umgekehrtem Verhältnifs zu dem Druck. Dieses von ***Mariotte*** aufgestellte und von ihm für geringe Spannungen vorlängst geprüfte Gesetz hat sich durch die schönen Versuche von ***Dulong*** und ***Arago*** (S. Annales de chimie et de physique Bd. 43. von 1830) bis zu dem ungeheuern Druck einer Quecksilbersäule von 65,38 F. hoch, also 27 mal dem der Atmosphäre, welcher in der Höhe des Meeresspiegels dem Gewicht einer Quecksilbersäule von 2,4215 F. hoch gleich ist, bestätigt. (Nach den genausten Beobachtungen steigt das Quecksilber bei 0 Grad Wärme in der Höhe des Meeresspiegels 2,42215 F. hoch.)

[Am bestimmtesten und deutlichsten wird wohl das ***Mariotte***sche Gesetz ausgedrückt, wenn man sagt: n Cubikfufs atmosphärische Luft, in einen vorher luftleeren, 1 Cub. F. grofsen umschlossenen Raum gebracht, drücken auf die Wände derselben mit einer Spannung, die n mal so stark ist, als die der atmosphärischen Luft; n mag gröfser oder kleiner als 1 sein. Den ***Überschufs*** der Spannung der in einem Behälter eingeschlossenen Luft über die der Atmosphäre, oder umgekehrt, nennt man die ***wirksame*** Spannung. Die

wirksame Spannung von innen nach aufsen ist also, wenn $n > 1$ ist $= n - 1$ und diejenige von aufsen nach innen für $n < 1$ ist $= 1 - n$. D. H.]

5.

Die Ausdehnung der Luft durch die Wärme beträgt 0,00375 oder $\frac{3}{800}$ des Raums für jeden Grad des hunderttheiligen Thermometers, von Null Grad an; so dafs also die Einheit des Raums voll Luft von 0 Grad Wärme bis auf $1 + 0{,}00375\,t$ bei t Grad Wärme sich ausdehnt.

Alle luftförmigen Flüssigkeiten befolgen, der atmosphärischen Luft gleich, diese Gesetze der Zusammenpressung und der Ausdehnung.

6.

Gewicht der atmosphärischen Luft. Da die Dichtigkeit eines Körpers, wenn seine *Masse* die nemliche bleibt, in umgekehrtem Verhältnifs der *Räume* steht, welche der Körper einnimmt, so verhält sich die *Dichtigkeit* der Luft wie t Grad Wärme zu der von 0 Grad Wärme wie 1 zu $1 + 0{,}00375\,t\,[= \tau]$. Eben so verhält sich ihr *eigenthümliches Gewicht;* denn dieses verhält sich wie die Dichtigkeit.

Demnach hangt das *eigenthümliche Gewicht* der Luft von dem *Druck* auf sie und von ihrer *Wärme* ab. Es nimmt in den oben angezeigten Verhältnissen mit dem Druck zu und mit der Wärme ab.

Nach den Ausmittelungen von *Biot* und *Arago* wiegt ein Cubikfufs trockner atmosphärischer Luft, bei

$$1. \quad 2{,}4215 = b_0\,\text{F}.$$

Quecksilberhöhe im Barometer und 0 Grad Wärme am Thermometer,

$$2. \quad 0{,}085708 = a\,\text{Pfund} = 2{,}74266\,\text{Loth};$$

also unter b Fufs Barometerhöhe und mit t hunderttheiligen Graden Wärme

$$3. \quad \frac{a}{\tau} \cdot \frac{b}{b_8}\,\text{Pfund}.$$

Da der in der Atmosphäre mehr oder weniger enthaltene Wasserdampf ein geringeres eigenthümliches Gewicht hat, als die Luft, so wird sie durch ihn leichter; und da *wärmere* Luft mehr Wasserdampf enthält, als kältere, so kann man diese Beimischung dadurch in Rechnung bringen, dafs man den Multiplicator von t (3.) etwas gröfser, nemlich $= 0{,}004$, also

$$4. \quad \tau = 1 + 0{,}004\,t \text{ setzt.}$$

Das eigenthümliche Gewicht des Wasserdampfs verhält sich zu dem trockner Luft wie 5 zu 8, und wenn b die Barometerhöhe für die gemischte Luft und nf die Spannkraft des darin befindlichen Wasserdampf bezeichnet, so ist

das Eigengewicht der Luft $= 1 - \frac{3nf}{8b}$, wo f die Spannkraft des gesättigten Dampfs von t Grad Wärme und dann

$$5. \quad f = 0{,}00512^{0{,}28t - 0{,}00063t^2} \;.$$

in *Metern* ist. [Wir unterlassen hier die Reduction auf Preufsisches Maafs, weil der Gegenstand nicht weiter von Einflufs ist. D. H.] Die obige Zahl n drückt das Verhältnifs aus zwischen der Dampfmasse, in einem Raume, wo der Hygrometer diesen oder jenen Grad anzeigt, und derjenigen in demselben Raume, der ganz gesättigt ist, also für 100 Hygrometergrade und unter der gleichen Wärme. *Gay-Lassac* hat eine Tafel der Werthe von n für die verschiedenen Grade des Haar-Hygrometers aufgestellt. Folgendes ist ein Auszug davon.

6. {Für 100 95 90 85 80 75 70 65 60 50 Hygrometergrade ist
{n = 1,00 0,89 0,79 0,70 0,61 0,54 0,47 0,40 0,35 0,28.

Ich habe in einem Aufsatz über das Höhenmessen mit dem Barometer, im *Journal de physique* von 1810, gezeigt, dafs das Gewicht der Luft in ihrem gewöhnlichen Zustande in der Atmosphäre, nach dem näherungsweisen Factor $\frac{1}{1+0{,}004t}$ berechnet, noch nicht um Eintausendtheil verschieden von dem gefunden wird, welches der theoretische Factor $\frac{1-\frac{3nf}{8b}}{1+0{,}0075t}$ giebt.

7.

Das Eigengewicht des Wassers ist von dem der Luft, da der Cubikfufs Wasser

$$7. \quad 66 = w \text{ Pfund}$$

wiegt, nach (3.) das

$$8. \quad \frac{w\tau b_0}{ab} \text{fache.}$$

Dies thut das $\frac{66.1{,}04}{0{,}08570.8}$ = ***800fache*** für $t = 10$ Centigrade Wärme und $b = b_0$ $= 2{,}4215$ Fufs Barometerhöhe.

8.

Von *Quecksilber* wiegt der Cubikfufs

$$9. \quad \frac{897{,}534}{1+0{,}00018t} = \frac{q}{\tau_1} \text{ Pfund, wo also } \begin{cases} q = 897{,}534 \text{ und} \\ \tau_1 = 1+0{,}00018t \end{cases} \text{ ist,}$$

folglich $\frac{q}{\tau_1} \cdot \frac{\tau b_0}{ab}$ mal so viel als Luft. Da der Factor $\tau_1 = 1 + 0{,}00018t$ immer sehr nahe $= 1$ ist, so kann man ihn auch $= 1$ setzen, wodurch zugleich noch ein wenig mehr die Wirkung des in der Luft enthaltenen Wassers berücksichtigt

wird. Es drückt also dann blofs

$$10. \quad \frac{\tau q b_0}{ab}$$

das Vielfache aus, welches das Eigengewicht des Quecksilbers von dem der Luft unter b F. Barometer-Höhe ist.

Ich bemerke hier, dafs, wenn die Luft bis oben zu so dicht wäre, als sie unter 29,058 Zoll Barometer-Höhe und mit 0 Grad Wärme ist,

11. Die Atmosphäre 25346 F. hoch sein würde.

9.

Das Eigengewicht p eines beliebigen Gases ist, wenn man dasjenige der Luft zur Einheit von p annimmt, zufolge (3.)

$$12. \quad \frac{pab}{\tau b_0} \text{ Pfund.}$$

Erster Theil.

Von der Ausströmung zusammengedrückter Luft aus einer Öffnung.

10.

Von der Kraft, unter welcher die Luft ausströmt. Wenn in einem, luftdicht ganz verschlossenen Gefäfs *atmosphärische* Luft enthalten ist, deren Spannung wir immer durch b bezeichnen werden [die Spannung der Luft soll also durch das Gewicht einer Quecksilbersäule von b Zoll hoch ausgedrückt werden D. H.], und man macht in der Wand des Behälters eine Öffnung, so drückt die Luft auf die Theilchen in der Öffnung von innen und von aufsen *gleich* stark und es erfolgt keine Ausströmung.

Wird dagegen die Luft in dem Behälter zusammengedrückt, z. B. wie wenn der Deckel des Behälters gleich dem Kolben in einer Pumpe beweglich wäre und mit einem Gewicht belastet würde: so werden die Lufttheilchen in der Öffnung von innen stärker gedrückt, als von aufsen; sie werden also ausströmen. Steigt das Quecksilber in einem an den Behälter angesetzten Manometer auf h Fufs Höhe, so mifst diese Höhe die Pressung auf den Deckel und die Theilchen in der Öffnung werden nach aufsen von der Kraft $b+h$ und nach innen von der grade entgegenwirkenden Kraft b, also von der von jener übrig bleibenden Kraft $b+h-b=h$ getrieben. [Der *Manometer* mifst also die *wirksame* Spannung der Luft oder den Überschufs derselben über die der Atmosphäre, während der *Barometer* die *gesammte* Luftspannung angiebt. D. H.] Die Ausströmung wird eben so Statt finden, als wenn die Kraft h

allein die Luft triebe und dieselbe in einen leeren Raum ausströmte. [Man berücksichtige hier die Bemerkung weiter unten §. 16*a*. D. H.]

11.

Geschwindigkeit der Ausströmung. Wir haben oben in (§. 14.) gesehen, dafs wenn eine Flüssigkeit aus einem Behälter strömt, von irgend einem Druck auf die Flüssigkeit getrieben: dafs dann die Geschwindigkeit der Ausströmung der Höhe einer Säule der ausströmenden Flüssigkeit entspricht, deren Gewicht dem Drucke gleich ist. [Der Vortrag in (§. 14.) gründet sich auf das *Torricelli*sche Gesetz: dafs sich die Ausflufsgeschwindigkeiten wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen verhalten, und dieses Gesetz wird dort auf die bekannte Weise durch die *Erfahrung* bei springenden Strahlen begründet, ist jedoch unstreitig mehr oder weniger Hypothese. D. H.] Diese Höhe ist hier offenbar h, multiplicirt mit der Verhältnifszahl der Dichtigkeit der Flüssigkeit im Manometer, zu der, welche ausströmt. Bezeichnet man also die erste Dichtigkeit durch $\mathfrak{D}$, die andere durch $\mathfrak{d}$ und die Geschwindigkeit der Ausströmung [nemlich die Zahl der in einer Secunde von der Ausströmung durchlaufenen Fufse] durch v, so ist

$$13. \quad v = 2\sqrt{\left(gh\cdot\frac{\mathfrak{D}}{\mathfrak{d}}\right)} \text{ Fufs.}$$

Wir bezeichnen hier durch g die *freie Fallhöhe* von $15\frac{5}{8}$ F. in der ersten Secunde. [Im Original bezeichnet g die beim freien Fall in der ersten Secunde erlangte *Geschwindigkeit*, also das *Doppelte*. D. H.]

Ist die Flüssigkeit im Manometer Quecksilber, so ist für die mit der Spannung $b+h$ ausströmende Luft von t Wärmegraden nach (10.):

$$14. \quad \frac{\mathfrak{D}}{\mathfrak{d}} = \frac{\tau q b_0}{a(b+h)} = \frac{\tau.897,534.b_0}{0,085708(b+h)} (1., 2. \text{ und } 9.) = 10472\cdot\frac{\tau b_0}{b+h}.$$

[Nemlich die *Spannung* der Luft, obgleich sie nach (§. 10.) nur unter der *Druckhöhe* h ausströmt, entspricht hier der Druckhöhe $b+h$. D. H.]

Dies giebt vermöge (13.)

$$15. \quad v = 2\sqrt{\left(\frac{gh\tau q b_0}{a(b+h)}\right)} = 2\sqrt{\left(\frac{15,625.897,534,2,4215}{0,085708}\right)}\cdot\sqrt{\left(\frac{h\tau}{b+h}\right)}$$
$$= 1259\sqrt{\frac{h\tau}{b+h}} \text{ Fufs;}$$

[wo h und b Zahlen von Fufsen sind]. Ist h gegen b so klein, dafs es vernachläfsigt werden kann, und setzt man, wie in (§. 65.), $b_0 = 2,4215$ Fufs, $t = 12$, also $\tau = 1,048$ (4.), so ist aus (15.)

$$16. \quad v = 1259\sqrt{\left(\frac{h\cdot 1,048}{2,4215}\right)} = 830\sqrt{h} \text{ Fufs [} h \text{ in Fufsen ausgedrückt].}$$

[Vernachläfsigt man h nicht, sondern setzt

$$17.\quad h = \mu b,\quad b = \mu_0 b_0,\ \text{also}\ h = \mu\mu_0 b_0,$$

so giebt (15.)

$$18.\quad v = 1259\sqrt{\left(\frac{\mu\tau}{1+\mu}\right)}\ \text{Fufs},$$

und für $\tau = 1{,}048$, oder für eine Wärme von 12 Centigraden,

$$19.\quad v = 1289\sqrt{\frac{\mu}{1+\mu}}\ \text{Fufs}.$$

Also z. B. unter einer *wirksamen Spannung* von $\mu = \frac{1}{10}$ Atm. würde die Luft mit $v = 1289\sqrt{\frac{1}{10(1+\frac{1}{10})}} = 389$ F. Geschwindigkeit ausströmen. D. H.]

12.

Ausströmende Luftmenge. Wenn die Öffnung s Quadratfufs grofs ist, so beträgt *theoretisch* die Ausströmung Q_1 zufolge (15.) und (18.)

$$20.\quad Q_1 = 2s\sqrt{\left(\frac{gh\tau q b_0}{a(b+h)}\right)} = 1259 s\sqrt{\frac{h\tau}{b+h}}$$

$$= 1259 s\cdot\sqrt{\frac{\mu\tau}{1+\mu}}\ \text{C. F. in der Secunde}\ (b, h\ \text{und}\ s\ \text{in Fufsen ausgedrückt}).$$

Aber da eine *Zusammenziehung des Strals* in der Ausgangsöffnung Statt findet, so ist die wirkliche Ausströmung geringer. Es sei m der echte Bruch, mit welchem deshalb Q_1 noch multiplicirt werden mufs, so ist die *wirkliche* Ausströmung

$$21.\quad Q = 2ms\sqrt{\left(\frac{gh\tau q b_0}{a(b+h)}\right)} = 1259 ms\sqrt{\frac{h\tau}{b+h}}$$

$$= 1259 ms\sqrt{\frac{\mu\tau}{1+\mu}}\ \text{C. F. in der Secunde}\ (b, h\ \text{und}\ s\ \text{in Fufsen ausgedrückt}).$$

13.

Versuche, um m zu finden. Es kommt jetzt darauf an, den Bruch m zu finden; und zwar für verschiedene Formen der Ausströmungs-Öffnungen. Ich habe zu dem Ende eine Menge von Versuchen angestellt, welche sich in den *Annales des mines* Band 13 von 1826 beschrieben finden und will hier die Ergebnisse derselben hersetzen, nachdem ich einen Begriff von der Vorrichtung gegeben habe, mit welcher die Versuche angestellt wurden.

Der递theil derselben war ein Gasometer, und zwar ein walzenförmiger, unten offner Behälter von 24,85 Zoll im Durchmesser und 30,59 Zoll hoch. An seinem obern Boden, an welchem sich ein Manometer mit gefärbtem Wasser befand, brachte ich nach einander Ausflufs-Öffnungen von

verschiedener Gestalt und Gröfse an. Der Gasometer wurde in eine Tonne voll Wasser gestellt und der Reihe nach mit 8, 16, 24, 32 und 40 Kilogrammen Gewicht belastet; zuweilen auch mit 2, 4, 6 und 12 Kilogrammen, um die Luft aus demselben mit geringerer oder gröfserer Geschwindigkeit auszutreiben.

Aus dem Zeiger des Manometers und der Gröfse der Ausströmungs-Öffnung berechnete man die *theoretischen* Ausflufsmengen. Der Querschnitt des Gasometers, multiplicirt mit der Höhe, um welche er sich in einer Secunde hinabsenkte und welche man aus der Zahl der Secunden fand, in welchen er eine gemessene Höhe mit gleichförmiger Bewegung durchlief, gab die *wirkliche* Ausflufsmenge. Diese, dividirt durch die theoretische Ausströmung, gab den gesuchten Bruch m.

14.

Öffnungen in dünnen Wänden. Ich liefs die Luft zuerst durch *kreisförmige* Öffnungen strömen, welche in *dünnes Blech* gebohrt waren. Es fand sich Folgendes.

	Durchmesser der Öffnung.	Höhe am Manometer.	Höhe des Hinabsteigens.	Dauer des Hinabsteigens.	Werth von m	
	Linien.	Linien.	Zoll.	Secunden.	Nach der Erfahrung.	Im Durchschnitt.
22.	4,59	12,87	22,94	186	0,623	0,630
	4,59	22,94	22,94	141	0,629	
	4,59	33,49	22,94	117	0,628	
	4,59	44,96	22,94	102	0,623	
	4,59	55,06	21,03	82	0,642	
	4,59	66,07	21,03	76	0,634	
	6,88	12,85	22,94	82	0,643	0,652
	6,88	22,94	22,94	60	0,660	
	6,88	33,03	22,94	51	0,647	
	6,88	44,96	17,21	32	0,664	
	6,88	55,97	21,03	36	0,648	
	9,18	12,39	22,94	46	0,665	0,646
	9,18	17,43	22,94	39,5	0,642	
	9,18	22,94	22,94	34,7	0,636	
	9,18	27,53	22,94	21,5	0,641	
	13,76	12,39	22,94	20	0,656	0,673
	13,76	14,68	22,94	18	0,686	
	13,76	17,43	22,94	16,5	0,683	
	13,76	20,19	22,94	15,5	0,675	
	13,76	22,94	22,94	14,7	0,664	
					Durchschnitt von allen	0,649

Diesen Versuchen zufolge setze ich

23. $m = 0{,}65$ für Öffnungen in *dünnen Wänden*.

Beim Ausflufs des *Wassers* ist $m = 0{,}62$ im gleichen Fall.

Dafs die wirkliche Ausflufsmenge geringer ist, als die theoretische: davon ist auch bei der Luft eine wirkliche Zusammenziehung des Strahls die Ursache. Man macht diese Zusammenziehung sichtbar, wenn man die Luft mit Rauch füllt. Es zeigt sich dann deutlich die Zusammenziehung des Strahls an der Öffnung.

Auch ein Schwedischer Physiker, Herr *Lagerhjelm*, hat über die Ausströmung der Luft durch Öffnungen in den Wänden eines Behälters Versuche angestellt. Der Durchmesser der Öffnungen war 5,506, 11,011 und 15,14 Linien; die Manometerhöhe betrug 26,61 Linien und 18,3 Zoll. Die Werthe von m, welche sich fanden, schwankten von 0,58 bis 0,70; der Durchschnitt war 0,62. Da aber die Ausströmung öfters nur wenige Secunden währte und die Ergebnisse nicht so regelmäfsig waren, wie bei unsern Versuchen, so halten wir sie für weniger sicher.

15.

Ausströmungen durch walzenförmige Ansatzröhren. Dieselben hatten die nemlichen Durchmesser wie die Öffnungen in der dünnen Wand und gaben Folgendes.

	Der Ansatzröhren.		Höhe am Manometer.	Höhe des Hinabsteigens.	Dauer des Hinabsteigens.	Werth von m	
	Durchmesser. Linien.	Länge. Linien.	Linien.	Zoll.	Secunden.	Nach der Erfahrung.	Im Durchschnitt.
24.	4,59	18,35	12,39	22,94	132	0,910	0,931
	4,59	18,35	22,94	22,94	97	0,912	
	4,59	18,35	33,03	22,94	79,7	9,925	
	4,59	18,35	43,59	22,94	68	0,947	
	4,59	18,35	55,06	21,03	61	0,920	
	4,59	18,35	64,71	21,03	51,5	0,940	
	6,88	20,65	12,39	22,94	59	0,923	0,924
	6,88	20,65	22,94	22,94	43,5	0,922	
	6,88	20,65	33,03	22,94	36	0,930	
	6,88	20,65	44,05	21,03	29	0,917	
	6,88	20,65	55,06	21,03	26	0,916	
	9,18	27,53	12,85	22,94	33	0,896	0,916
	9,18	27,53	22,94	22,94	24,2	0,915	
	9,18	27,53	33,03	22,94	19	0,934	
	9,18	27,53	44,05	21,03	16	0,919	
	13,76	41,29	11,47	22,94	14	0,964	0,933
	13,76	41,29	14,22	22,94	13,3	0,934	
	13,76	41,29	17,99	22,94	12	0,902	
						Durchschnitt von allen	0,926

Die Übereinstimmung ist hier merkwürdig genug. Man kann mit Sicherheit setzen:

25. $m = 0{,}92$ bis $0{,}93$ für *walzenförmige Ansatzröhren.*

Für nicht elastische Flüssigkeiten ist $m = 0{,}82$, also bedeutend kleiner.

16.

Ich wünschte zu wissen, welchen Einfluſs die *Länge* der Ansatzröhren auf die Ausströmung habe. Ich brachte also vier verschiedene Ansatzröhren, sämmtlich von 6,88 Linien im Durchmesser und von verschiedener Länge, an den Behälter. Mit jeder machte ich mehrere Versuche und beschränke mich hier darauf, die Werthe von m und die Ausfluſsmengen, welche sich fanden, anzugeben.

	Länge der Ansatzröhren. Zoll.	Werth von m.	Ausfluſsmenge. Nach der Erfahrung. Cubikzoll.	Ausfluſsmenge. Nach der Rechnung. Cubikzoll.
26.	0,84	0,938	407	393
	1,72	0,924	391	390
	6,19	0,838	351	358
	12,42	0,738	319	325

Der Werth von m nimmt hier auffallend schnell ab. Was wir im nächsten Abschnitt über den Widerstand der Röhrenwände sagen werden, wird dies erklären. Die Zahlen in der letzten Spalte von (26.) sind nach der Theorie des folgenden Theils berechnet.

17.

Kegelförmige Ansatzröhren, wie sie gewöhnlich gemacht werden. Zur bessern Vergleichung habe ich denselben die nemliche Ausgangs-Öffnung und die nemliche Länge gegeben, welche die walzenförmigen Ansätze hatten. Es ergab sich Folgendes.

	Der Ansatzröhren. Durchmesser. Am Ausgange. Linien.	Der Ansatzröhren. Durchmesser. Am Eingange. Linien.	Der Ansatzröhren. Länge. Linien.	Höhe am Manometer. Linien.	Höhe des Hinabsteigens. Zoll.	Dauer des Hinabsteigens. Secunden.	Werth von m. Nach der Erfahrung.	Werth von m. Im Durchschnitt.
27.	4,59	9,18	18,35	22,94	22,94	96	0,928	0,927
	4,59	9,18	18,35	33,03	22,94	81	0,917	
	4,59	9,18	18,35	44,05	22,94	69	0,934	
	4,59	9,18	18,35	55,06	22,94	62	0,930	

	Der Ansatzröhren.						Werth von *m*.	
	Durchmesser.		Länge.	Höhe am Manometer.	Höhe des Hinabsteigens.	Dauer des Hinabsteigens.	Nach der Erfahrung.	Im Durchschnitt.
	Am Ausgange. Linien.	Am Eingange. Linien.	Linien.	Linien.	Zoll.	Secunden.		
27.	6,88	13,76	20,64	12,85	22,94	57,5	0,913	
	6,88	13,76	20,64	22,94	22,94	43	0,916	
	6,88	13,76	20,64	33,03	22,94	36	0,915	0,917
	6,88	13,76	20,64	44,05	21,03	28,5	0,927	
	6,88	13,76	20,64	55,06	21,03	25	0,916	
	9,18	18,36	27,53	12,39	22,94	32	0,945	
	9,18	18,36	27,53	16,98	22,94	27,5	0,951	0,936
	9,18	18,36	27,53	22,94	22,94	24	0,928	
	9,18	18,36	27,53	27,53	22,94	22	0,924	
	13,76	27,53	36,70	18,35	22,94	12	0,924	0,933
	13,76	27,53	36,70	22,94	22,94	11,5	0,942	
							Durchschnitt von allen	0,928.

Also ist 28. $m = 0,93$ für *kegelförmige Ansatzröhren.*

18.

Ich wollte wieder wissen, welchen Einfluſs die mehr oder weniger schroffe Verengung der kegelförmigen Ansatzröhren auf die Ausströmung habe. Ich versuchte daher 5 verschiedene Ansatzröhren, alle von 6,83 Linien Durchmesser der *Ausmündung*, aber mehr oder weniger nach innen erweitert. Es ergab sich Folgendes.

	Der Ansatzröhren.			Werthe von *m* für die Höhe am Manometer					Durchschnittlicher Werth von *m*.
	Neigungswinkel der Wände.		Länge.	von 12,84 L.	22,94 L.	33,03 L.	44,05 L.	55,06 L.	
	Gr.	Min.	Linien.						
29.	6	26	20,65	0,939	0,939	0,940	0,933		0,938
	18	54	20,65	0,912	0,916	0,915	0,927	0,916	0,917
	53	4	20,65	0,786	0,810	0,797	0,803	0,794	0,798
	11	24	11,47	0,946	0,939	0,949	0,960	0,951	0,947
	28	4	4,59	0,888	0,877	0,881	0,881	0,874	0,880

Man sieht hieraus, wie vortheilhaft eine *kurze* und nur *wenig* zugespitzte Ansatzröhre für die Ausströmung ist. Für nur 10 bis 12 Grad Neigungswinkel der Wände der Ansatzröhre ist m etwa $= 0,94$. So wie der Winkel zunimmt, nimmt m ab und nähert sich seinem Werthe für Öffnungen in *dünnen Wänden.*

19.

Nach allen Diesem setze ich für den Ausdruck der Ausströmung (21.)

30.
1. $m = 0,65$ für Öffnungen in *dünnen Wänden*,
2. $m = 0,93$ für *walzenförmige* Ansatzröhren,
3. $m = 0,94$ für etwas *kegelförmige* Ansatzröhren.

(Die Fortsetzung folgt.)

14.

Nachtrag zur „Übersicht der Geschichte der Baukunst S. 46 im 20sten Bande d. Journ."

(Von Herrn Regierungs- und Baurath *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

Die Liebfrauenkirche zu Halberstadt betreffend.

Von dem um das Jahr 1000 begonnenen Bau dieser Kirche ist wahrscheinlich nur der untere Theil der westlichen Thürme noch übrig; die in demselben nach der Kirche zu vorhandenen Bogenöffnungen entsprechen den jetzigen drei Schiffen nicht, und es mufs die den Thürmen zugehörig gewesene Kirche eine geringere Tiefe gehabt haben. Die ausgesprochne Vermuthung, dafs die Abseiten überwölbt gewesen sind, hat sich bei einer erfolgten Restauration bestätigt, denn es fanden sich nach dem Abbrechen der spätern spitzbogigen Gewölbe an den Abseitenmauern die deutlichen Spuren früherer Rundbogen. Dagegen sind die Kreuzgewölbe über dem Chor und dem Kreuze ursprünglich nicht vorhanden gewesen; wie dies durch die über den Gewölben gefundenen Spuren von Wandmalerei und dadurch bewiesen wird, dafs der Gewölbe wegen die äufsern Fenster halb zugemauert worden sind.

Den historischen Nachrichten zufolge ist die erste Kirche 1005 geweihet; bis 1020 aber ist daran fortgebaut worden. Bischof *Dittmar* vermachte bei seinem Tode 1089 sein bedeutendes Vermögen der Kirche zu deren Ausbau und Erhaltung. Alsdann erneuerte Bischof *Rudolph* 1136 bis 1149 die kleine formlose Kirche aus dem Grunde; wie sie nun um 1200 war. Endlich läfst sich aus einer noch vorhandenen Ablafstafel von 1245, so wie aus Ablafsbriefen von 1274 bis 1284, auf bedeutende Bau-Unternehmungen schliefsen.

Da nun, wie im Text gesagt, die vier Thürme nicht mit den untern, wohl aber mit dem Mauerwerk des obern Schiffs verbunden sind, diese aber bereits einen sehr ausgebildeten Styl zeigen, so wird man mit Recht den jetzigen Bau, mit Ausnahme des untern Theils der Thürme, in die Zeit von 1136 bis 1149 setzen können, während die im dreizehnten Jahrhundert ausgeführten Bauten nach der Zerstörung der Kirche durch Heinrich den Löwen

in einer Wiederherstellung und in Einziehung der Gewölbe bestanden haben mögen. Hervorzuheben ist hiebei der Umstand, dafs man, während sich an sämmtlichen vier Thürmen allerdings der Baustyl der zweiten Hälfte des zwölften Jahrhunderts zeigt, die Architektur der Kirche, bei sehr schönen und grofsartigen Verhältnissen, doch sehr einfach ist und man nur glatte Mauern, viereckige Pfeiler, ziemlich grofse Fenster mit einfachen Schmiegen und wenige, einfach gegliederte Gesimse sieht. Offenbar war, wie schon bemerkt, die ganze Einrichtung auf Entfaltung einer reichen Malerei im Innern berechnet. Da indefs bei keinem andern Bau aus jener Zeit und in jener Gegend Ähnliches vorkommt, so mag man hier mit Recht einen fremden Einflufs vermuthen; wie er in andern Fällen ebenfalls vorgekommen zu sein scheint.

15.
Ausführliches Inhalts-Verzeichnifs der „Übersicht der Geschichte der Baukunst" des Herrn Regierungs- und Bauraths Rosenthal zu Magdeburg.

(Von Demselben.)

Übersicht der Geschichte der Baukunst.

I. Abschnitt. Allgemeine Betrachtungen.

II. Abschnitt. Erste Periode. Die Baukunst der Urvölker; mit ihren Verzweigungen.

A. Hoch-Asien.

B. Die Baukunst der Inder.

C. Die Baukunst der Chinesen.

D. Assyrien, Babylonien und Medien.

IV. Abschnitt. Dritte Periode. Griechen und Römer.

A. Die Griechen.

Entwicklung der Formen aus dem Grundcharacter.

A. Die Hauptgestaltung.

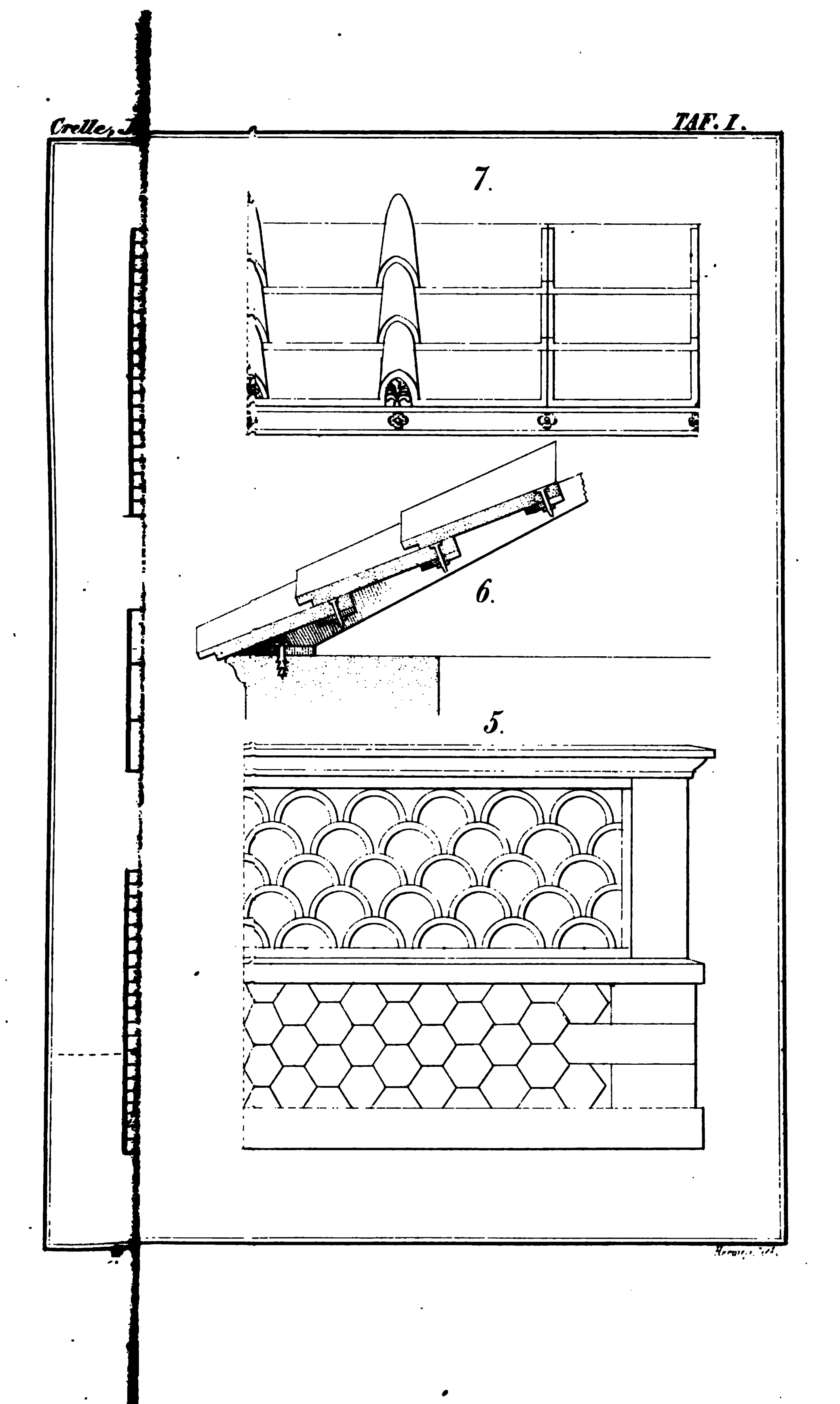
B. Die Details.

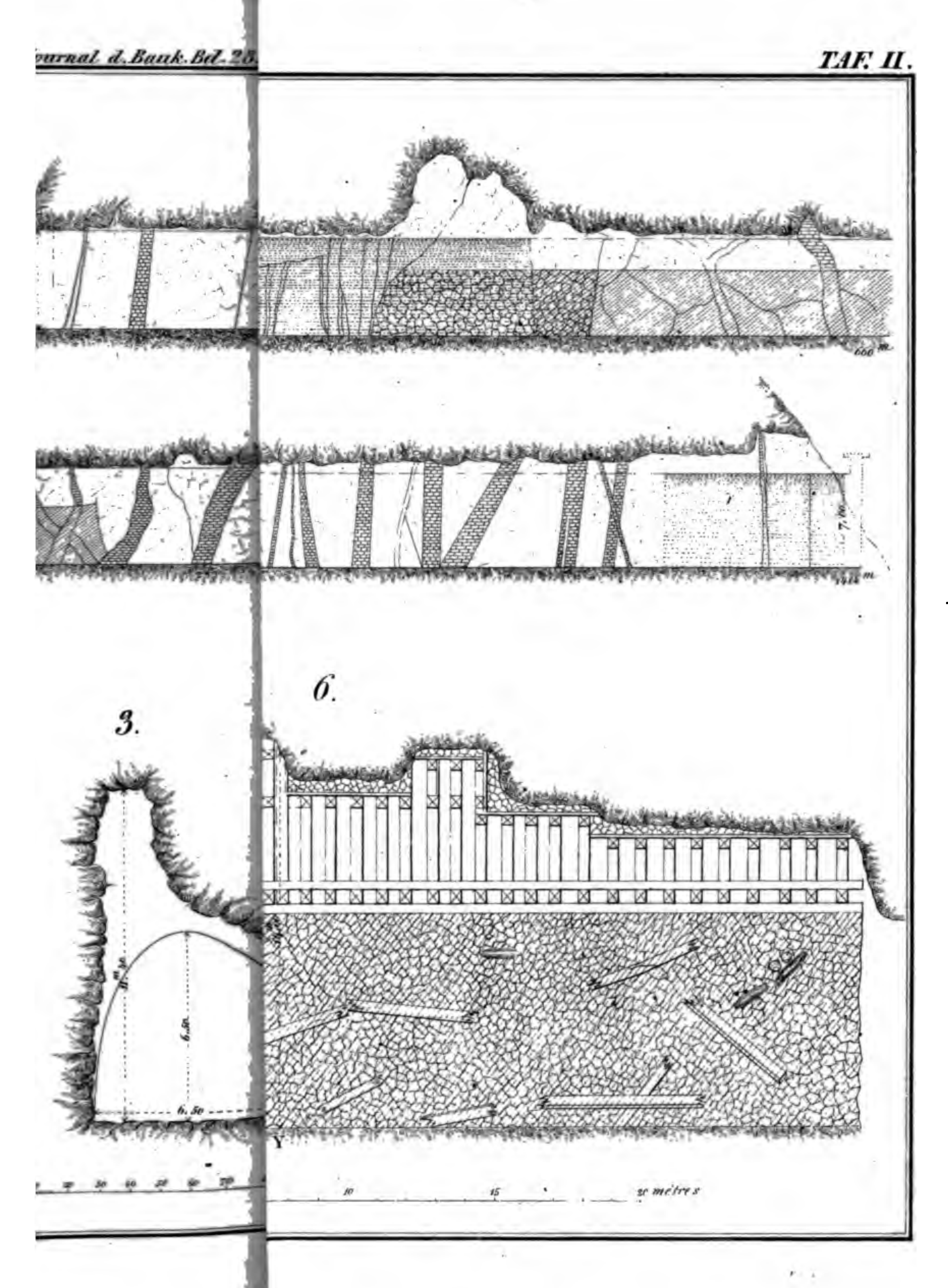
1. Der dorische Styl.

V. Abschnitt. IV. Periode. Die Baukunst des Mittelalters.

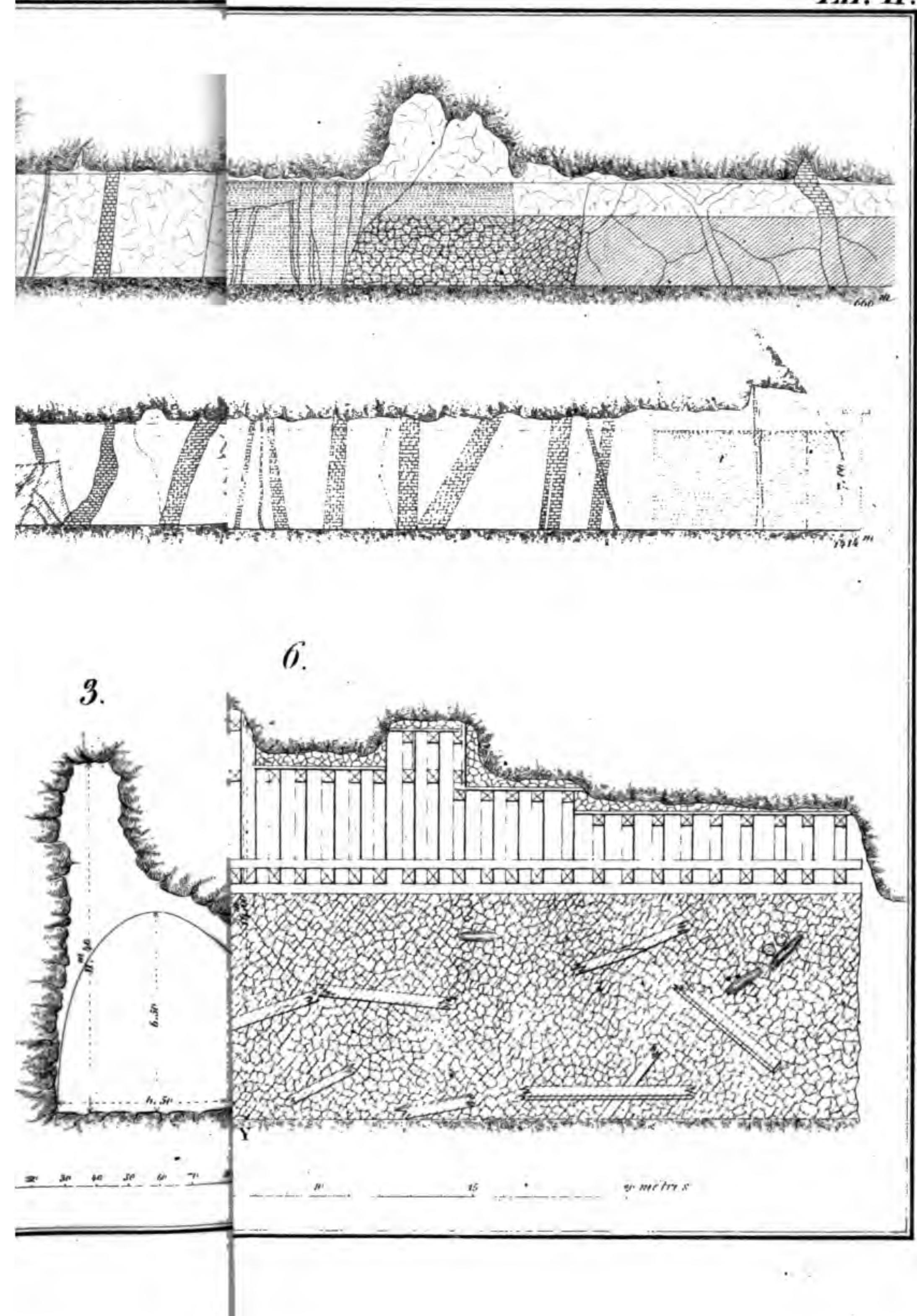
B. Die romanisch-christliche Baukunst in Deutschland.

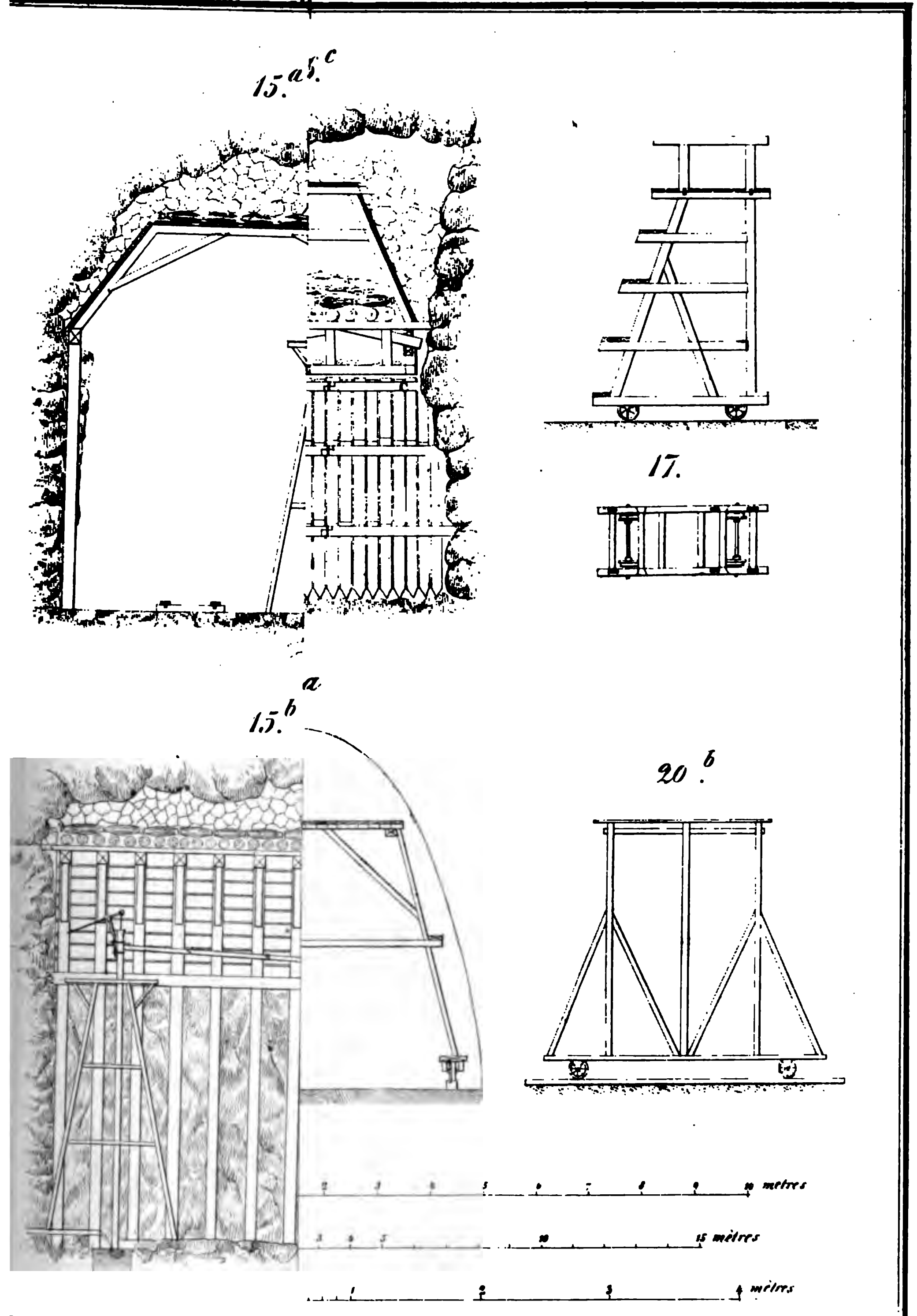
VI. Abschnitt. V. Periode. Die neuere Zeit.


7.
6.
5.


3.
6.
600 m.
7.00
6.50
6.50
10
15
20 mètres




660 m
1316 m
6.
3.
6.50
4.50


15. a b c
17.
15. b
a
20. b
metres
15 mètres
mètres

Crelle, J









